NEUROPSYCHOLOGIE UND HEMISPHÄRENDOMINANZ

INAUGURAL – DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Philosophie
der Philosophischen Fakultät
der Universität des Saarlandes

vorgelegt von

Günther Deegener
Homburg / Saar

Saarbrücken 1976

NEUROPSYCHOLOGIE UND HEMISPHÄRENDOMINANZ

INAUGURAL - DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Philosophie
der Philosophischen Fakultät
der Universität des Saarlandes

vorgelegt von

Günther Deegener
aus Homburg/Saar

Saarbrücken 1976

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Der Dekan: Prof. Dr. H. Gätje
Berichterstatter: Prof. Dr. I. Strauch
Prof. Dr. L. R. Schmidt

Tag der letzten Prüfung: 9. 4. 1976

I N H A L T

I. Einleitung 1

II. Übersicht zu den Begriffen der Hemisphärendominanz, Händigkeit und Lese-Rechtschreibschwäche 6

1. Historischer Überblick zum Begriff der Hemisphärendominanz 6
2. Zum Begriff der Händigkeit 13
3. Zum Begriff der Legasthenie 32
4. Zusammenfassung 45

III. Theorien zur funktionalen Hemisphärenasymmetrie 47

1. Strukturelle Hemisphärenunterschiede 47
2. Ontogenese und Lateralisierung, Effizienzerhöhung und Ökonomisierung 58

IV. Intra- und interhemisphärische Organisation 71

V. Untersuchungsmethoden und Ergebnisse zur funktionalen Hemisphärenspezialisierung 79

1. Einleitung 79
2. Ausschaltungstechniken 83
3. Hirn-Bisektion (Split-Brain-Untersuchungen) 92
4. Zerebrale Spezialisierung und Augenbewegungen 96
5. Elektroenzephalographie (EEG) 101
6. Evozierte Potentiale 104
7. Reaktionszeitmessungen 107
8. Hemisphärendominanz und optische Wahrnehmung bei Tachistoskop-Untersuchungen 113

8.1. Einleitung 113
8.2. Sukzessive oder simultane Reizdarbietung in den Gesichtsfeldhälften 116
8.3. Lesegewohnheiten 118
8.4. Lesegewohnheiten vs Hemisphärendominanz 120
8.5. Untersuchungen bei Hirnorganikern 123
8.6. Versuche mit monekularem Sehen, Einfluß von Äugigkeit, Händigkeit und Leseleistung 126
8.7. Zusammenfassung 129

9. Dichotic-Listening-Verfahren 130
9.1. Einleitung 130
9.2. Die Arbeiten von KIMURA mit dem DLV 131
9.3. Weitere Untersuchungen mit dem DLV bei Hirnorganikern 136
9.4. Einfluß spezifischer Variablen (Reproduktionsstrategie, Darbietungsart, Stimulusqualität) auf die Seitendifferenz zwischen den Ohren 140
9.5. Händigkeit und DLV 144
9.6. Leseleistung und Sprachstörung 148
9.7. Geschlecht und DLV 150
9.8. Diskussion und Zusammenfassung 150
9.9. Hinweis auf den LEE-Effekt (verzögerte Sprachrückmeldung) 153

VI. Hemisphärendominanz und Sprache 155
1. Die Erforschung der Aphasien 155
2. Aphasie und Händigkeit 162
3. Verbale Intelligenzkomponenten und funktionale Hemisphärenspezialisierung 165
4. Sprachliche Leistungen der rechten Hemisphäre 178
5. Zusammenfassung 186

VII. Zusammenfassung 188

1. Relevanz des Forschungsgegenstandes und Fragen der Forschungsorganisation 189
2. Test- bzw. Reizmaterial 194
3. Untersuchungsmethode 196
4. Testpsychologische Gütekriterien und Standardisierung 201
5. Beziehungen zur Händigkeit, Lese-Rechtschreibschwäche und Sprachstörung 202
6. Untersuchungen mit hirnorganisch geschädigten Patienten 203
7. Beziehungen zwischen Verfahren zur Erfassung funktionaler Hemisphärendifferenzen 206
8. Prävention, Therapie, Rehabilitation 208

VIII. Literatur 210

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547301_0005

1. Einleitung

Die Erforschung funktionaler Hemisphärenspezialisierungen fällt in das Arbeitsgebiet einer interdisziplinären Forschungsrichtung, der Neuropsychologie, die in enger Verbindung steht zu Nachbardisziplinen wie z. B. Neurophysiologie, Biochemie, Experimentalpsychologie, klinische Psychologie, Neurologie, Psychiatrie und Neurochirurgie.

PERRET (1973) definiert dabei die Neuropsychologie als Disziplin, "die sich mit den Zusammenhängen zwischen zentralnervösen Strukturen (Neuro-) und Verhalten (-psychologie) befasst" und trennt dementsprechend zwischen zwei für ihn grundlegend verschiedenen Gebieten: "Einerseits finden wir ein materielles Substrat, das Gehirn, und andererseits eine rein funktionelle, höchst komplexe Einheit, das Verhalten." Eine Abgrenzung von der Neurophysiologie wird darin gesehen, daß diese schwerpunktmäßig "die Tätigkeit des Zentralnervensystems direkt registriert und misst", während die Neuropsychologie sich mit dem Zentralnervensystem nur insofern beschäftigt, "als sich dieses nach aussen durch die Auslösung eines Verhaltens bemerkbar macht." Entsprechend dieser Gewichtung in bezug auf das Arbeitsgebiet zwischen Neuropsychologie und -physiologie umschrieb PERRET (1970) die Neuropsychologie auch als Forschungsrichtung, "die sich mit dem Verhalten im Zusammenhang mit Hirnstrukturen befaßt", und ähnlich führt auch WITTLING (1973) zur fundamentalen Zielsetzung der Neuropsychologie aus, daß sie "die Identifizierung und Lokalisation der hirnorganischen Strukturen und Mechanismen, die für die Auslösung und Steuerung psychischer Prozesse verantwortlich sind", anstrebt. Bei GUTTMANN (1972) erfolgt die Begriffsbestimmung schließlich noch mehr zugunsten des organischen Substrats ("Die Neuropsychologie ist die Wissenschaft, welche die biologischen Grundlagen des Erlebens und Verhaltens untersucht"), und dementsprechend wird auch der

Darstellung biologischer Grundlagen in seiner Einführung in die Neuropsychologie breiter Raum zugestanden.

Im erweiterten Rahmen betreffen Ergebnisse neuropsychologischer Forschung nicht nur die o. a. Nachbardisziplinen, sondern sind z. B. auch für den Pädagogen und Psychagogen von Interesse im Zusammenhang u. a. mit Linkshändigkeit, sensumotorischem Training von Behinderten, Sprachstörungen, Lese-Rechtschreibschwäche oder auch Verhaltensstörungen einerseits und spezifisch ausgebildeten funktionalen Dominanzverhältnissen zwischen den Hemisphären andererseits. So sieht z. B. WEIGL (1972) für die Optimierung des Schreib- und Leseunterrichts eine Zusammenarbeit zwischen Vertretern der Neuropsychologie, der Lern- und Denkpsychologie, der Linguistik und Didaktik sowie erfahrenen Lehrern, Vorschulerzieherinnen und Sonderschulpädagogen als erforderlich an.

Die Fülle von Veröffentlichungen insbesondere etwa in den letzten zwei Jahrzehnten spiegelt dabei das kaum mehr überschaubare Forschungsgebiet dieses großen Fragenkomplexes wieder, wobei mit ULLMANN (1974) gesagt werden kann, "dass viele Autoren trotz ausgedehnter und mit Akribie durchgeführter Untersuchungen, oft zum eigenen Missvergnügen, nicht über die Beantwortung von Vorfeldfragen hinausgekommen sind." Weiter ist anzuführen, daß die Vielfalt von differenziertesten und spezialisiertesten Untersuchungen zu einer gewissen Atomisierung des Forschungsgebietes führte, Versuche zu möglichst umfassenden Literaturüberblicken blieben weitgehend aus und die interdisziplinäre Kooperation zu lückenhaft.

In bezug auf die Neuropsychologie kann zwar mit FRÜHAUF (1974) auf eine lange Tradition in der Zusammenarbeit zwischen Psychologen und Neurologen hingewiesen werden,

dennoch würde man sich für die heutige Forschungspraxis und klinische Diagnostik sowie auch Therapie und Rehabilitation mehr Wechselwirkungen zwischen diesen Berufsgruppen wünschen. Greift man weiter das Beispiel 'Aphasieforschung' heraus, so würde als Forderung eine engere Zusammenarbeit z. B. zwischen Neurophysiologie, Neuropsychologie, Sprachpsychologie, Linguistik, Logopädie, Informationstheorie und experimenteller Psychologie resultieren (vgl. KREINDLER, 1968 sowie WEIGL und BIERWISCH, 1972).

Ansätze zu einer erweiterten Kooperation finden sich bereits seit längerem zwischen Neuropsychologie und experimenteller Psychologie: unter Einbeziehung statistischer Auswertungsmethoden und strengeren experimentellen Kontrollen beim methodischen Vorgehen sind in diesem Kooperationsfeld eine Vielzahl von Untersuchungen durchgeführt worden, die z. B. im Rahmen funktionaler Hemisphärendifferenzen gerade in den letzten zwei Jahrzehnten differenzierteste Arbeitsteilungen zwischen den Hirnhälften aufdeckten und mit zur Neuformulierung älterer Dominanzkonzepte zwangen (auch in Verbindung neurochirurgischer Forschung).

Letztlich ist auch darauf aufmerksam zu machen, daß im Rahmen vieler neuerer Forschungsansätze sich eine überstürzende Untersuchungstätigkeit entfaltet, die sich häufig genug in Detailfragen verzettelt, anstatt bisherige Ergebnisse bzw. Konstrukte zunächst hinsichtlich ihrer Exaktheit und Wissenschaftlichkeit der Methode zu kontrollieren und darauf aufzubauen. Ein großer Teil der Verwirrungen innerhalb des vorliegenden Forschungsgebietes ist so sicherlich z. B. auf die Nichtbeachtung testpsychologischer Gütekriterien wie Objektivität, Reliabilität und Validität zurückzuführen. Bezüglich spezifischer Untersuchungsverfahren zur Erfassung funktionaler Hemisphärendifferenzen wurden so kaum ent-

sprechend diesen Kriterien entwickelte und standardisierte Tests verwendet, sondern fast jeder Autor bedurfte seiner eigenen Modifikation des Verfahrens und kontrollierte zudem mögliche mitbedingte Variablen methodisch und statistisch unzureichend an einem im übrigen auch meist zu kleinem Probandengut.

Insgesamt gilt für das hier zu referierende Forschungsgebiet, was BÜRGER (1929) zum Fragenkomplex 'rechts-links' ausführt: "Demjenigen, der sich darin vertieft, dehnt er sich nach allen Seiten, immer weitere Kreise ziehend, in allerlei Wege und Abwege verlaufend, so daß man ihn schließlich kaum mehr übersieht" - heute kann er vom Einzelnen nicht mehr übersehen werden, im Grunde bedarf es auch hier der gemeinsamen Arbeit von Autoren aus verschiedensten Fachrichtungen.

Die vorliegende Arbeit versucht eine Literaturübersicht im Rahmen des angedeuteten interdisziplinären Forschungsgebietes mit Schwerpunkt auf im weitesten Sinne sprachlichen Funktionen und ihrer asymmetrischen Verarbeitung durch die Hemisphären, wobei selbstverständlich auch auf differentielle Verarbeitungen der Hemisphären von anderen Funktionen Bezug genommen wird.

Im folgenden II. Teil wird zunächst ein historischer Überblick zum Begriff der Hemisphärendominanz gegeben, um anschließend auf damit eng verbundene Begriffe der Händigkeit und Lese-Rechtschreibschwäche einzugehen.

Im III. Teil werden Theorien zu funktionalen Hemisphärenasymmetrien wiedergegeben, einmal im Rahmen struktureller Erklärungsansätze (z. B. anatomische Unterschiede der Hemisphären), zum anderen in Zusammenhang mit Konzepten, die eine Effizienzerhöhung und Ökonomisierung asymmetrischer Informationsverarbeitung betonen oder ab-

Beziehungen herausstreichen zwischen Hemisphärenspezialisierungen und insbesondere manuell-motorischen Lateralisierungen während der Ontogenese.

Im IV. Teil erfolgt ein kurzer Überblick zur intra- und interhemisphärischen Organisation, um anschließend im V. Teil Untersuchungsergebnisse und -methoden zur funktionalen Hemisphärendifferenzierung wiederzugeben. Dabei werden Tachistoskop-Untersuchungen sowie das Dichotic-Listening Verfahren besonders ausführlich behandelt, da beide Verfahren trotz ihrer umfangreichen angloamerikanischen Literatur im deutschsprachigen Raum fast garnicht zur Kenntnis genommen wurden.

Im VI. Teil wird nochmals gesondert auf sprachliche Leistungen in Verbindung mit Hemisphärenspezialisierungen eingegangen, wobei auch auf die Erforschung der Aphasien, auf Befunde mit Intelligenztests sowie die sprachlichen Verarbeitungsmöglichkeiten der rechten Hemisphäre eingegangen wird.

Da immer wieder kritische Zusammenfassungen in den einzelnen Teilen oder Kapiteln erfolgen, versteht sich der VII. Teil (Zusammenfassung) als eine Schlußbemerkung ohne Anspruch auf eine ohnehin kaum mögliche abschließende Konzeptbildung im Rahmen der mitgeteilten Theorien, Methoden und Ergebnisse zu funktionalen Hemisphärenspezialisierungen.

II. Übersicht zu den Begriffen der Hemisphärendominanz, Händigkeit und Lese-Rechtschreibschwäche

Im Rahmen einer Arbeit über funktionale Hemisphärenasymmetrien soll zunächst ein mehr historischer Überblick zum Begriff der Hemisphärendominanz gegeben werden, um anschließend auf damit häufig verbundene Begriffe der Händigkeit und Lese-Rechtschreibschwäche einzugehen. Da die Beziehungen von Händigkeit und sprachlichen Leistungen zu spezifischen funktionalen Hemisphärenasymmetrien immer wieder anklingen werden, schien es notwendig, eine kurze Darstellung des Forschungsstandes innerhalb dieser drei Bereiche zu versuchen und voranzustellen: nur so erscheint es möglich, Ergebnisse im Rahmen funktionaler Spezialisierungen der Hemisphären in ihrer Aussagekraft beurteilen zu können. In den drei folgenden Kapiteln soll dabei zunächst nur knapp der bisherige Forschungsstand dieser drei Bereiche und ihrer Beziehungen angesprochen werden, neuere Ergebnisse neuropsychologischer Forschung werden in den weiteren Teilen der vorliegenden Arbeit mitgeteilt. Eine umfangreiche Darstellung zur Psychologie der Lateralität (und damit auch Händigkeit) liegt im übrigen von ULLMANN (1974) vor, und ebenso umfassende Übersichten zur Lese-Rechtschreibschwäche finden sich z. B. bei ANGERMAIER (1970) und VALTIN (1970, 1972, 1973).

1. Historischer Überblick zum Begriff der Hemisphärendominanz

Seit M. DAX (1836, 1865; G. DAX, 1863) aus der Beobachtung linkshirniger Läsionen (oder rechtsseitiger Lähmungen) im Zusammenhang mit Sprachstörungen (Aphasien) den Schluß zog, daß die Sprachfähigkeit allein der linken Großhirnhemisphäre zuzuordnen sei, wurde der Begriff der Hemisphärendominanz vielfach modifiziert und in Frage gestellt. Zwar wurde schon lange vor DAX auf

die Lokalisation zerebraler Funktionen hingewiesen sowie das gleichzeitige Auftreten von Aphasie und rechtsseitiger Hemiplegie beschrieben (vgl. hierzu: BENTON und JOYNT, 1960; LEISCHNER, 1963; BENTON, 1964, 1965; GIANNITRAPANI, 1967; SEIDEL, 1971; WITTLING, 1973; PERRET, 1973), aber die Schlußfolgerung, daß die Sprachfähigkeit begrenzt und gebunden ist an eine Hemisphäre und dementsprechend Aphasien (DAX sprach von einem Verlust der Gedanken; CONRAD, 1949) in typischer Weise auf Störungen der linken - dominanten - Hirnhälfte folgen, wurde vorher nicht gezogen.

Auch BROCA (1861, 1863) beschrieb zunächst nur vorsichtig das gleichzeitige Auftreten von Sprachstörung und Verletzung der linken Hemisphäre (vgl. JOYNT, 1964), erst 1865 behauptete er: "Nous parlons avec l'hêmisphêre gauche". Der Zusammenhang zwischen Händigkeit und dominanter Hemisphäre (Sprachdominanz) wurde dann erstmals von BOUILLAUD (1865) und wenig später im gleichen Jahr von BAILLARGER und BROCA angesprochen (vgl. GOODGLASS und QUADFASEL, 1954). Da einige Patienten 'mit der rechten Hemisphäre sprachen' und bei den meisten von diesen Ausnahmefällen wiederum Linkshändigkeit vorlag, postulierte BROCA (vgl. BENTON, 1965; HECAEN und PIERCY, 1956): beim Rechtshänder führen Läsionen der linken, beim Linkshänder Läsionen der rechten Hemisphäre zu Aphasien.

Diese Formulierung fand breite Anerkennung trotz der Tatsache, daß immer mehr Fälle bekannt wurden, die dieser Regel widersprachen, z. B. wenn Rechtshänder Aphasien auch nach Verletzung der rechten Hirnhälfte aufwiesen (BRAMWELL, 1898, 1899 prägte dafür den Ausdruck "gekreuzte Aphasien"; vgl. auch GOODGLASS und QUADFASEL, 1954, die frühe Veröffentlichungen über Linkshänder mit linksseitigen zerebralen Läsionen und Aphasien

von z. B. PAGET, 1887 sowie WOOD, 1889 aufführen sowie BROWN und WILSON, 1973, die einen Literaturüberblick geben über jene seltenen Fälle von rechtshändigen Aphasikern mit linksseitigen Hemiplegien, bei denen keine familiäre Linkshändigkeit oder frühkindliche Hirnschädigung bestand).
In diesem Zusammenhang ist weiter JACKSON (1874, 1878, 1879) hervorzuheben: er unterschied bereits zwischen einer Dominanz der linken Hemisphäre für die Aussagesprache (bewußte bzw. willkürliche Sprache) sowie einer Dominanz der rechten Hemisphäre für mehr elementare Formen emotionaler oder automatischer Sprachäußerungen (vgl. POECK, 1968; LEBRUN, 1974).

Eine Ausweitung der Dominanzforschung über den mehr sprachlichen Bereich hinaus (angeführt werden müssen hier neben den Arbeiten von WERNICKE, 1874, 1906 zum sensorischen Sprachzentrum auch die Arbeiten von OGLE, 1867 zur Agraphie sowie BASTIAN, 1882, 1898 zur Wortblindheit und -taubheit) erfolgte dann durch LIEPMANN (1900, 1905, 1908), der insbesondere die ideomotorische Apraxie (Unfähigkeit, vertraute Handlungen auf Befehl oder durch Nachahmung durchzuführen) als Folge von Läsionen der linken Hemisphäre ansah (vgl. AJURIAGUERRA et al., 1960). Weiter schrieb GERSTMANN (1927) ein nach ihm benanntes Syndrom (Akalkulie, Agraphie, Störung der Rechts-Links-Orientierung, Fingeragnosie - vgl. GLONING et al., 1967) einer Herdstörung des linken Gyrus angularis zu, und ebenso wurden parietale Akalkulie (PERITZ, 1918; HENSCHEN, 1919, 1920) sowie konstruktorische Apraxie (KLEIST, 1912, 1934; STRAUSS, 1924; SEELERT, 1920) nach Läsionen der linken Hirnhälfte beobachtet.

Diese Ergebnisse führten über den engeren Begriff der zerebralen Sprachdominanz hinaus zu einer Verstärkung

der ohnehin vorhandenen Tendenzen in bezug auf eine allgemeine unilaterale Dominanz, auf eine Überwertigkeit der linken Hemisphäre mit "globaler Führungsrolle" (MARTINIUS, 1974) und allgemeiner Dominanz für höhere kognitive Funktionen (HENSCHEN, 1926; HEAD, 1926; STRONG und ELWYN, 1943; BRAIN, 1962).

Außerdem wurde den sprachlichen Funktionen eine große Bedeutung im Rahmen sog. höherer intellektueller Fähigkeiten zugemessen, so daß von einer klassischen Theorie der Hemisphärendominanz im folgenden Sinne gesprochen werden kann: höhere kognitive Funktionen sind einseitig in einer der beiden Großhirnhemisphären repräsentiert, und zwar ist beim erwachsenen Rechtshänder die linke, beim Linkshänder die rechte Großhirnhälfte dominant bzw. überwertig, führend usw. Es könnte auch formuliert werden: die dominante Hemisphäre übt 'psychologische', die nicht dominante 'physiologische' Funktionen aus (vgl. BENEDETTI, 1971).

Auf die Bedeutung der rechten Hirnhälfte wies erstmals BABINSKI (1914) hin, der die Nosoagnosie (Verneinung oder 'nicht wahr haben wollen' der eigenen Krankheit) als Folge rechtsseitiger Hirnschädigungen ansah (linksseitige Hemiplegie und rechtsseitige Parietal- oder Thalamuserkrankung). Eine Wende vollzog sich dann weiter in den 40-iger und 50-iger Jahren durch britische und französische Neurologen und Psychologen, welche auf die Bedeutung der rechten Hemisphäre z. B. bei der räumlichen Wahrnehmung oder bestimmten Apraxien und Agnosien hinwiesen (BRAIN, 1941; PATERSON und ZANGWILL, 1944; HECAEN und AJURIAGUERRA, 1945; McFIE et al., 1950; HECAEN et al., 1951).

Nach WITTLING (1973) ergaben dann in den letzten zwanzig Jahren systematische und vergleichende Untersuchungen charakteristische, differentielle Syndrome nach links- bzw. rechtsseitigen Hirnläsionen (HECAEN et al., 1956, 1961; McFIE, 1960; PIERCY et al., 1960; ZANGWILL, 1971;

PIERCY und SMYTH, 1962; HECAEN, 1969). In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, daß NIELSEN (1946) bereits die Unterscheidung nach einer 'major' und 'minor' Hemisphäre für spezifische Funktionen forderte. Er entsprach damit etwa heutigen Ansichten: Grundvoraussetzung für den Gebrauch des Begriffes Hemisphärendominanz "ist die gleichzeitige Nennung der angesprochenen, spezifischen Funktion, z. B. Dominanz für Sprachmotorik, visuell-räumliche Wahrnehmung, Wahrnehmung von Melodien u. ä." (MARTINIUS, 1974), wobei letztlich auch der Schwierigkeitsgrad einer spezifischen, zu prüfenden Funktion bei der Untersuchung funktionaler Hemisphärendifferenzen mitberücksichtigt werden muß. Der Ausprägungsgrad dieser funktionalen Hemisphärenasymmetrien variiert dabei nach LURIA (1966) nicht nur von Funktion zu Funktion, sondern auch von Person zu Person, und BROWN und JAFFE (1975) fordern für die Verwendung des Begriffes 'zerebrale Dominanz' die inhaltliche Gliederung nach: "Dominanz für welche Funktion, in welchem Alter und unter welcher Testbedingung."

Die folgende Übersicht (Tab. 1) von BOGEN (1969) kennzeichnet sehr globaldualistische Konzepte funktionaler Hemisphärenasymmetrien, die zwar didaktischen oder praktisch-klinischen Zwecken z. T. genügen mögen, aber nicht dem differenzierten Forschungsstand der Neuropsychologie entsprechen:

Tab. 1

Konzepte funktionaler Hemisphärenasymmetrien
(Übersicht nach BOGEN, 1969)

Autor	linke Hemisphäre	rechte Hemisphäre
JACKSON (1864)	Expression	Perception
JACKSON (1874)	Audito-articular	Retino-ocular
JACKSON (1876)	Propositionizing	Visual-imagery
WEISENBERG und McBRIDE (1935)	Linguistic	Visual or kinesthetic
ANDERSON (1951)	Storage	Executive
HUMPHREY und ZANGWILL (1951)	Symbolic or propositional	Visual or imaginative
McFIE und PERCY (1952)	Education of relations	Education of correlates
MILNER (1958)	Verbal	Perceptual or non-verbal
SEMMES, WEINSTEIN, GHENT und TEUBER (1960)	Discrete	Diffuse
ZANGWILL (1961)	Symbolic	Visuo spatial
HECAEN, AJURIAGUERRA und ANGELERGUES (1963)	Linguistic	Pre-verbal
BOGEN und GAZZANIGA (1965)	Verbal	Visuospatial
LEVY-AGRESTI und SPERRY (1968)	Logical or analytic	Synthetic perceptual
BOGEN (1969)	Propositional	Appositional

Die im V. Teil noch darzustellenden Untersuchungsmethoden zur funktionalen Hemisphärenspezialisierung führten dann in den letzten zwei Jahrzehnten zu einer sprunghaft angestiegenen Zahl von Untersuchungen mit differenziertesten Ergebnissen, wobei neuropsychologischen Untersuchungsmethoden mit der Möglichkeit, auch an Gesunden funktionale Hemisphären-differenzen zu erforschen, besonderes Gewicht zukommt.

Abschließend zu diesem historischen Überblick muß der seit GALL (1819) und FLOURENS (1824) bestehende Theorienstreit um die Funktionsweise des Gehirns angeführt werden: es geht dabei um die Frage, ob das Gehirn ganzheitlich oder mosaikartig arbeitet, d. h. auch darum, ob einzelnen Hirnarealen spezifische Funktionen zugeordnet werden können (GALL, 1810-1819; FRITSCH und HITZIG, 1870; MUNK, 1882, 1883; KLEIST, 1934) oder aber das Gehirn als Ganzheit arbeitet mit stärker voneinander abhängigen Arealen (FLOURENS, 1824, 1842; GOLTZ, 1884; BORING, 1929; LASHLEY, 1929; FRANZ, 1907, 1911).

Die beiden angeführten 'Extrempositionen' (Lokalisationsgegenüber Antilokalisationstheorie) wurden dann zunehmend miteinander verbunden, z. B. dahingehend, daß mehr oder weniger große Hirnbereiche je nach zu aktivierenden Verhaltensweisen und Funktionsabläufen integriert sind. Nach BENEDETTI (1971) wird der Gegensatz zwischen der Annahme einer Massenaktion im Sinne LASHLEYs und eines Funktionsmosaiks z. B. nach KLEIST durch die These überwunden, daß "gewisse Funktionen spezifisch an ihr Substrat gebunden sind, währenddem andere Funktionen ohne Mitarbeit des gesamten Gehirns nicht geleistet werden können " (vgl. auch HEAD, 1926; WYGOTSKI, 1934; GOLDSTEIN, 1926, 1946). WEIGL (1972) orientiert sich vor allem an der sowjetischen Neuropsychologie mit ihren Annahmen zur Beziehung zwischen höheren psychischen Funktionen und dem organischen Substrat: danach sind diese Funktionen "das Ergebnis komplizierter intracerebraler, miteinander in dynamischer Verbindung stehender, ontogenetischer Verbindungen zwischen oft weit entfernten, hoch differenzierten Zonen des Kortex", verschiedene und spezifische Funktionen gewährleistende Abschnitte der Hirnrinde werden zu funktionellen Hirnsystemen zusammengeschlossen. Die einzelnen funktionellen Hirnsysteme würden dabei weiter in sich geschlossene, selbst-regulierende Regelkreise darstellen, die ihrerseits

aus autonomen Teilsystemen bestehen. Von Bedeutung ist weiter die dynamische Sichtweite der Veränderungen der Systemstruktur während der Ontogenese, während der Phase der Aneignung (Lernphase) höherer psychischer Prozesse (z. B. der Laut- und Schriftsprache) bis zu ihrer vollen Entwicklung und Automatisierung: "Während sich der Beginn der Lernphase neuropsychologisch dadurch auszeichnet, daß am Aufbau des betreffenden funktionellen Hirnsystems eine mehr oder minder große Anzahl unterschiedlicher Funktionen beteiligt ist, erfolgt mit steigender Entwicklung eine etappenweise Reduktion dieser Funktionskomplexe. Mit anderen Worten, es werden bestimmte intracerebrale Verbindungen beim Zustandekommen der betreffenden Leistungen nicht mehr beansprucht, wobei diese Verbindungen jedoch potentiell weiterhin verfügbar bleiben und in Bedarfsfällen reaktualisiert werden können." (Vgl. dazu die ausgedehnte Darstellung von LURIA, 1970.)

2. Zum Begriff der Händigkeit

Links- und Rechtshändigkeit sowie ihre Beziehungen zu funktionalen Hemisphärenasymmetrien spielen in der neuropsychologischen Forschung eine große Rolle. Die Begriffe der Lateralität und Dominanz werden im folgenden im Sinne von ULLMANN (1974) verwendet: "Unter Lateralität oder Seitigkeit verstehen wir die Ausprägung in Bau und Funktion von Paarorganen bzw. zweier in spiegelbildlicher Anordnung auftretender Bereiche eines unpaarigen Organs, welche sich auf die rechte und linke Körperhälfte verteilen. Genuine Lateralität meint die weder pathologisch noch durch Milieufaktoren veränderte Ausprägungsform. ... Den Terminus der Dominanz verwenden wir entsprechend - in Übereinstimmung mit dem allgemeinen Sprachgebrauch in der wissenschaftlichen Literatur der physiologischen und psychologischen Disziplin - zur Kennzeichnung der Überlegenheit einer Seite sowohl im Bereich des Gehirns als auch in bezug auf die anderen für unseren Problem-

kreis relevanten Organe, ...". ULLMANN (1974) diskutiert so auch u. a. die Begriffe der Hand-, Fuß- bzw. Bein-, Augen-, Ohren-, Zungen- und Stimmbänder-, Venen- und taktiler Dominanz wie auch der zerebralen Hemisphärendominanz. Dabei ist mit ULLMANN weiter "die Abhängigkeit peripherer Manifestationen lateraler Dominanz von zerebralen Asymmetrien funktionaler Art nicht in Frage" zu stellen.

In diesem Kapitel soll weniger eine erneute Übersicht zum Gesamtproblem der Händigkeitsforschung und ihrer Ergebnisse versucht werden (s. hierzu z. B. HECAEN und AJURIAGUERRA, 1964; KRAMER, 1970; ULLMANN, 1974), sondern vielmehr das Problem der Händigkeitsbestimmung unter methodenkritischen Gesichtspunkten auf knappem Raum eine Darstellung finden.

Überblickt man die zahllosen Untersuchungen zur Händigkeit, so werden dem unvoreingenommenen Leser Zweifel am Sinne dieses stark ausgeuferten Forschungsgebietes kommen, widersprüchlichste Ergebnisse und deren häufig sehr weitgreifenden Interpretationen werden ihn verwirren. So sind die folgenden Zitate von STIER (1911) zwar sehr frühe und extreme Beispiele spekulativer Urteilsbildung auf mangelhafter empirischer Untersuchungsbasis, sie sind z. T. aber auch für heute exemplarisch, wenn auch in abgeschwächter Form und anders akzentuiert: "Da die Asymmetrie der Anlage aber eine vom Menschen erst zu seinem Vorteil erworbene Eigenschaft darstellt, so würde weiterhin folgern, daß der Mann auf dem Wege der fortschreitenden Entwicklung der Menschheit schon einen höheren Grad erreicht hat als die Frau, eine Annahme, die in vollem Einklang stehen würde mit den sonstigen Erfahrungen über die körperlichen und seelischen Unterschiede zwischen Mann und Frau, bei denen wir auch den Mann ganz allgemein als den mehr differenzierten Teil der Menschheit

ansehen können...". Weiter schreibt STIER (1911) über Linkshänder: "Sie sind im Durchschnitt zum Militärdienst weniger tauglich als die Rechtshänder, besonders diejenigen Linkshänder, die aus reichlich mit Linkshändern durchsetzten Familien stammen", oder: " Sie sind im Durchschnitt weniger sozial wertvolle Menschen". Die ungenügende wissenschaftliche Basis von ähnlich weitreichenden Interpretationen ist bis heute in der Händigkeitsforschung zu verfolgen, sich andeutende Beziehungen z. B. zu Sprachstörungen oder Lese-Rechtschreibschwäche werden oft genug übergeneralisiert und hinsichtlich ihrer Aussagekraft verabsolutiert, in den Diskussionen der Ergebnisse wird in vielen Untersuchungen der Punkt nicht genügend herausgestellt, wo die Aussagen sich von den empirischen Daten entfernen und in den Bereich der Spekulation übergehen. Weiter ist in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen, daß auch heute noch Linkshändigkeit einer negativen sozialen Bewertung unterliegt, was nicht nur in die Interpretation von Daten eingeht, sondern z. B. auch bei der Datenerhebung mittels Befragung berücksichtigt werden muß. PASSIAN et al. (1969) führen in diesem Zusammenhang eine Beobachtung zu Beginn ihrer Untersuchung an: "Eine Kindergärtnerin, die gehört hatte, daß die Untersuchung mit Linkshändigkeit zusammenhing, forderte die Kinder auf, 'schön immer die rechte' bzw. 'richtige' Hand zu gebrauchen." (Zu Vorurteilen innerhalb der Wissenschaft gegenüber Linkshändern siehe weiter ULLMANN, 1974).

Zu den o. a. Verwirrungen eines Lesers der Händigkeitsliteratur führt auch der Sachverhalt, daß die Angaben zur Anzahl der Linkshänder in den verschiedenen Arbeiten zwischen 1 und 50 Prozent schwanken (vgl. KRAMER, 1970). Die folgende Tabelle 2 nach HECAEN und AJURIAGUERRA (1964) gibt hierzu einen Überblick und ließe sich anhand weiterer Literatur vervielfachen.

Tab. 2

Untersuchungen zur Anzahl von Linkshändern (Übersicht nach AJURIAGUERRA, 1964)

Autor	Prozent	Autor	Prozent
HASSE u. DEHNER	1	QUINAN	7
BALDWIN	2	SOUQUES	7
HYRTH	2	PYLE u. DROUIN	7
BRINTON	2,4	GORDON	7,3
WALLIN	2,8	RIFE	7,4
MASSON	3	SCHILLER	7,7
KAPUSTIN	3,8	SCHWARTZ	7,9
JONES	4	MALGAIGNE	8-10
WISELY	4	TRANKELL	8,2
BALLARD	4,1	MASINI	10
SCHAEFFER	4,1	MOUTIER	10
OGLE	4,2	ARNSTEIN	11
CHAMBERLAIN	4,3	SCHOTT-ESSLINGER	11,5
STIER	4,6	HECT u. LANSTEIN	12
BURT	4,8	RAMALEY	15,7
SMITH	5	DANIELS	16
BURT	5,1	Van BIERVLIET	18
BERSOT	5,5	ROSE	20,1
LOMBROSO	5,8	DUBAR	21,1
CONRAD	5,8	Mac NAUGHTON-JONES	22
COULD	6	BRYNGELSON	25
BLOEDE	6	WOO und PEARSON	28,8
JASPER	6	PARSON	29,7
MARRO	6,2	WILE	25-30

Aus dieser großen Streuung von Prozentangaben wird deutlich, daß eine Vielzahl von Bedingungen am Zustandekommen der einzelnen Untersuchungsergebnisse mitwirken muß und in der Erforschung der Händigkeit im Übrigen auch zu wenig kontrolliert wurde: so faßt z.B. auch SCHENCK (1972) die Prozentzahlen der obigen Tabelle als Angaben zur Häufigkeit der Linkshänder in einer Normalbevölkerung auf. Abweichend von diesem häufigen Irrtum muß gerade zur Erklärung der verschiedenen Prozentzahlen auf spezifische Selektionseffekte hinsichtlich der Stichproben hingewiesen werden.

So beeinflußt z. B. das Alter der Probanden die Häufigkeit von Linkshändern in verschiedenen Untersuchungen (vgl. JONES, 1931; GESELL und AMES, 1947; GESELL, 1949; UPDEGRAFF, 1932/33; BELLMONT und BIRCH, 1963; SUCHENWIRTH und GALLENKAMP, 1967; ANNETT, 1968; SUCHENWIRTH, 1969; PASSIAN et al., 1969; KRETZ et al., 1970), wobei einmal die verschiedenen bzw. sich summierenden Auswirkungen des soziokulturellen Drucks zur Rechtshändigkeit mit zunehmendem Alter zum Tragen kommen, zum anderen Beziehungen zwischen Händigkeit und ontogenetischer Entwicklung zu ausgeprägterer Hemisphärenasymmetrie eine Rolle spielen könnten. Weiter muß in diesem Zusammenhang der gesamte psychomotorische Reifungsgrad (oder die Behinderung)bei Kindern berücksichtigt werden: damit ergeben sich auch Beziehungen zur sensumotorischen Frühdiagnostik und -therapie bei funktionsgestörten Kindern mit Übungsprogrammen wie z. B. dem 'Handgeschicklichkeitstraining' nach KIPHARD und HUPPERTZ (1968) oder dem 'Wahrnehmungstraining' nach FROSTIG (1972).

In der Literatur finden sich weiter Hinweise darauf, daß die Unterschiede hinsichtlich der prozentualen An-

teile der Linkshänder in den verschiedenen Untersuchungen auch von den folgenden Stichprobenmerkmalen abhängen können:

Geschlecht (SCHILLER, 1932; SCHLAGER, 1940; CLARK, 1957; DENGLER, 1959; MUEHL, 1963; SOVAK, 1968; KRETZ et al., 1970; OLDFIELD, 1971)

Hirnorganische Schädigungen sowie körperliche Beeinträchtigungen der Arme und Hände (SUBIRANA, 1961; HECAEN und AJURIAGUERRA, 1964; BAKAN, 1971; SATZ, 1972, 1973; BAKAN et al., 1973; BENTON, 1965; WYKE, 1968; DEE und ALLEN, 1971)

Lernbehinderung/Minderbegabung (SCHILLER, 1932; NUTZHORN, 1953; LEISER-EGGERT, 1954; WEGENER, 1949; DEIST, 1959; DENGLER, 1959; CLARK, 1957; IHINGER, 1963; DOUGLAS et al., 1967; MÜLLER, 1972; KORNMANN et al., 1974)

Psychische Störungen/spezifische Persönlichkeitsmerkmale (PALMER, 1963; SIELICKA et al., 1963; YOUNG und KNAPP, 1966; LYNN und LYNN, 1938, 1943; SOVAK, 1962; BROWN, 1967; DOUGLAS et al., 1967)

Leseschwäche/Legasthenie (SCHILLER, 1932; MACALISTER, 1934; SCHLAGER, 1940; BARGER, 1953; SEGAL, 1956; SMITH, 1956; KIRCHHOFF, 1956; KIRCHHOFF und SCHIMMING, 1958; HARRIS, 1957; ZANGWILL, 1962; BALOW, 1963; WITTY und KOPEL, 1963; MUEHL, 1963; GATES und BOND, 1963; COLEMAN und DEUTSCH, 1964; HILLERICH, 1964; BELMONT und BIRCH, 1965; CHAKRABARTI und BARKNER, 1966; CAPOBIANCO, 1966, 1967; SCHENK-DANZINGER, 1968; HESS, 1970; FERDINAND und MÜLLER, 1969; PERLO und RAK, 1971; HANKAMMER, 1973; KORNMANN et al., 1974)

Stottern/Stammeln (DENNIS, 1935; KISTLER, 1930; NADOLECNY, 1926; BRYNGELSON und CLARK, 1933; FRIEDEMANN, 1937; SCHLAGER, 1940; BALLARD, 1911; KOHLMANN, 1950; NUTZHORN, 1953; AHRENS, 1959 a, b; TRAVIS, 1931, 1957; SCHLANGE, 1961; von BRACKEN,

1960; LEMERT, 1962; BECKER, 1966; HARRIS, 1947)

Die angeführten Beziehungsmöglichkeiten zwischen Händigkeit und den verschiedenen Variablen sind durchaus umstritten, die Untersuchungsergebnisse sind uneinheitlich, auch widersprüchlich. Andererseits können umgekehrt mögliche Zusammenhänge auch nicht einfach aufgrund widersprüchlicher Befunde geleugnet werden: letztlich muß wohl davon ausgegangen werden, daß - unter anderen - den angeführten Variablen in ihrer Beziehung zur Händigkeitsausprägung eine individuell je verschieden starke Bedeutung und Gewichtung zukommt, wobei die Kausalität unklar verbleibt. Berücksichtigt man die Vielzahl der Kombinationsmöglichkeiten (auch in Beziehung zum soziokulturellen Druck: SUCHENWIRTH, 1973 führt an, daß in den USA 20-30 Prozent der Erwachsenen mit der linken Hand schreiben, da dort die Kinder bezüglich der Schreibhand weniger beeinflußt werden; vgl. auch: YOUNG und KNAPP, 1966), so wird ersichtlich, daß allein aufgrund des Bisherigen Untersuchungen zur Händigkeitsbestimmung nur in einem großen Forschungsvorhaben sinnvoll durchgeführt werden können, um die Vielzahl der möglichen beeinflussenden Variablen der Stichprobe zu kontrollieren.

Durch die bisher angeführten Größen sind die Unterschiede zu Prozentzahlen von Linkshändern in den verschiedenen Arbeiten erst zu einem Teil erklärt. Es ist weiter zu beachten, mit welcher Methode jeweils die Händigkeit bestimmt wurde, d. h. wurden die Präferenzen im Handgebrauch registriert oder wurde die relative Geschicklichkeit der Hände untersucht, wurden anatomisch-morphologische Unterschiede erfaßt oder auch elektrophysiologische Unterschiede paarweise auftretender Muskelgruppen bestimmt usw.? (vgl. ULLMANN, 1974).

Der Erfindungsreichtum von Methoden verstieg sich dabei im übrigen auch zu den Spekulationen, aus der Lage und Drehung von Haarwirbeln auf die Händigkeit und Hemisphärendominanz zu schließen (FRIEDMANN et al., 1952; BETTMAN et al., 1967).

Greift man hier zunächst einmal die Präferenzuntersuchungen heraus, so ergibt sich eine weitere Anzahl von Problemen und Unterschieden zwischen den Untersuchungen: so wird in einigen Arbeiten der Proband nur danach befragt, mit welcher Hand er spezifische Tätigkeiten durchführt (auch in Fragebogenform), während andere Autoren die Ausführungen beobachten (Funktionsproben; ganz abgesehen davon, daß in einigen Untersuchungen nur gefragt wird, ob der Proband Rechts- oder Linkshänder sei, manchmal auch über Dritte, d. h. der Proband stuft nahe Verwandte ein oder die Eltern ihr Kind). Weiter spielt die Komplexität der Aufgabenstellung eine Rolle, auch in dem Zusammenhang, ob die jeweilige Aufgabe mehr zu den täglichen Verrichtungen gehört (gelernt) oder als mehr oder weniger ungelernt zu betrachten ist und von daher weniger den soziokulturellen Druck wiederspiegelt. Schwierigkeiten sind weiter in der Anzahl und Zusammenstellung der Aufgaben zu sehen sowie in ihrer weiteren Verrechnung/Gewichtung in bezug auf eine Händigkeitsaussage.
So dürften sich soziokulturelle Einflüsse z. B. in dem Verfahren von NUTZHORN (1952) sehr stark auswirken (vgl. dagegen SCHENCK, 1972, der einige Händigkeitstests anführt, die nicht so stark "einen direkten Übungseffekt durch Verrichtungen des Alltages wiederspiegeln."), wie die Aufzählung der folgenden Aufgaben beweist:

Beidhändige Proben: Händeklatschen, Krawattenbinden, Axtschlagen, Aufwickeln, Kartenausspielen, Kartenmischen, Einfädeln, Ausschneiden, Fangen, Kreiseschlagen, Graben, Bleistiftanspitzen, Brotschneiden, Streichholzanzünden, Korkenziehen, Schuheputzen, Nähen, Luftpumpen.

Einhändige Proben: Türaufmachen, Lichtanknipsen, Löffelhalten, Naseputzen, Zigarettehalten, Kämmen, Zähneputzen, Werfen, Kugelstoßen, Speerwerfen, Ballschlagen, Peitscheknallen, Hämmern.

Sonstige Proben: Mantelanziehen, Schuheausziehen, Zirkelschlagen, Nagelschneiden, Boxerstellung, Sprungbein, Schlittern, Zielauge, Stoßbein.

Entsprechendes gilt auch für ein neueres Verfahren zur Bestimmung der Händigkeit, den Präferenz-Dominanz-Test von SCHILLING (1973), mit den folgenden Aufgaben: Blumengießen, Nähen, Würfeln, Kämmen, Hämmern, Korkenziehen, Zähneputzen, Kugelstoßen, Ball schlagen, Peitsche knallen, Ball mit einer Hand fangen, Wecker aufziehen, Rhythmus klopfen, Blumen abpflücken, Farbtopf umrühren, Reißverschluß öffnen, Buch oben aus dem Regal holen, Waschbeckenstöpsel herausziehen, Papier in Umschlag stecken, Streichholz anzünden.

Neben den Auswirkungen des soziokulturellen Druckes ist bei solchen Funktionsproben auch z. B. die Frage nach der Auswertungsobjektivität zu stellen, insbesondere bei den Aufgabenstellungen, die zwar beidhändig durchgeführt werden, eine Hand aber vom Untersucher als führend bezeichnet werden muß (es sei denn natürlich, er wählt die Kategorie der beidhändigen, nicht lateralisierten Ausführung). LEISER-EGGERT (1954) beschreibt - allerdings nicht mit dem hier betonten Aspekt der Auswertungsobjektivität - die Schwierigkeiten des Untersuchers bei Präferenzverfahren, wobei die Autorin im Gegensatz zur sonst üblichen Praxis die Aufgaben mit beiden Händen nacheinander ausführen ließ: "Nicht immer gaben bei der Bewertung der links ausgeführten Aufgaben Zeitdauer und Güte der Leistung an sich den Ausschlag, sondern hauptsächlich der Vergleich mit der anderen Hand unter besonderer Berücksichtigung der Tatsache, daß die linke meist ganz ungeübt war. Stellte sich z. B. ein Kind sehr ungeschickt an, wenn es mit der rechten Hand die Schraube bewegen sollte und machte es etwa mit der linken Hand keinen viel besseren Eindruck, so wurde schließlich

die Hand gewertet, die das Gerät geschickter anpackte, eventuell wurde auch das Kind gefragt, mit welcher Hand es ihm besser gehe".

Auf das Problem bezüglich der Art der Aufgabenstellung soll noch kurz weiter eingegangen werden. SCHILLING (1972) führt z. B. an, daß die Funktionsprobe 'Figuren-Ausschneiden' nicht sinnvoll verwendet werden kann, weil die Scheren für Rechtshänder konstruiert wurden. "Die Linkshänder sind benachteiligt, da die Scherenblätter bei Außendruck des Daumens auseinandergehen, so daß das Papier knickt und nicht scharf geschnitten wird, wie es bei Rechtsbenutzung der Fall ist". Weiter werden spezifische Funktionen ggf. auch vom Rechtshänder in einem sehr hohen Maß mit der linken Hand durchgeführt, jedenfalls wird die Variabilität beim 'Kartenausspielen' oder 'Lichtanknipsen' größer sein als beim 'Schreiben' oder vielleicht auch 'Hämmern' (vgl. FISCHER und KOHENOF, 1964).
SUCHENWIRTH (1972) führt in diesem Zusammenhang weiter an, daß die Händigkeitsbestimmung auch vom Werkzeug und der aus der Tätigkeitsart her resultierenden Arbeitsteilung zwischen Führungshand und Haltehand beeinflußt würde, und die gefundenen Geschlechtsunterschiede ließen sich "zwanglos durch die geschlechtsspezifischen Verrichtungen der weiblichen Probanden einerseits, der männlichen andererseits erklären: Auch heute noch herrschen bei den weiblichen Probanden beidhändige Verrichtungen (Haushalt, Kinderpflege, Schreibmaschinenschreiben, einfache Fabrikarbeit), bei den männlichen einhändige (handwerkliche Arbeiten!) vor".

Die angeführten Unterschiede und Probleme bei Verfahren zur Präferenz-Dominanz führen natürlich auch zu entsprechend unterschiedlichen Angaben in bezug auf die Häufigkeit von z. B. Linkshändern in verschiedenen Untersuchungen, wobei diese Differenzen selbst dann auftreten werden, wenn identische Stichproben untersucht werden.

Vergleichbare Probleme wie bei der Präferenz-Dominanz ergeben sich selbstverständlich auch für Händigkeitsuntersuchungen, die die relative Geschicklichkeit bzw. die Leistungsunterschiede zwischen den Händen registrieren (Leistungsdominanz; KORNMANN et al., 1974 machen in diesem Zusammenhang darauf aufmerksam, daß noch in den bekannten Standardwerken von SOVAK, 1968 und KRAMER, 1970 nicht zwischen Leistungs- und Präferenzdominanz unterschieden wurde: "Hier wird lediglich von 'der Händigkeit' gesprochen, wobei häufig offen bleibt, ob Leistungsstärke oder Bevorzugung gemeint ist."). Dabei ist für den Vergleich zwischen Präferenz- und Leistungsdominanz sicherlich auch festzuhalten, daß eine resultierende Rechtshändigkeit aufgrund komplexer feinmotorischer Leistungsvergleiche zwischen den Händen nicht auch z. B. einen entsprechenden Mehrgebrauch der rechten Hand bei alltäglichen Verrichtungen bedeuten muß.

Auch in bezug auf die Leistungsdominanz wird man je nach Aufgabenstellung zu den unterschiedlichsten Prozentzahlen von Linkshändern kommen. So können z. B. feinmotorische Aufgabenstellungen verwendet werden oder aber auch mittels dynamometrischer Untersuchungen die unterschiedliche Kraft der Hände miteinander verglichen werden. Die Aufgaben können weiter variieren u. a. hinsichtlich unterschiedlicher Anforderungen nach Geschicklichkeit und/oder Genauigkeit und/oder Schnelligkeit, woraus auch unterschiedliche Auswertungsmöglichkeiten hinsichtlich der quantitativen und/oder qualitativen Leistungen resultieren. In diesen Zusammenhang gehört auch die Frage von SCHILLING (1972) in einer Rezension des Hand-Dominanz-Tests von STEINGRÜBER (1971), "ob es sinnvoll ist, hoch motivations- und störabhängige feinmotorische Leistungen, die mit Konzentrationstests hoch korrelieren, in Gruppenversuchen durchzuführen", da RÜSSMANN (1971) berichtet, "daß in der Eichstichprobe 23% und in der Re-Test-Stich-

probe sogar 40% der Protokolle 'aus sachlichen Gründen' nicht ausgewertet werden konnten." Ergänzend ist festzustellen, daß die angeführte leichte Störanfälligkeit feinmotorischer Leistungen nicht nur bedeutsam ist in bezug auf die Frage von Gruppen- gegenüber Einzeluntersuchungen, sondern daß sie auch in Beziehung zu setzen ist zu den folgenden Variablen: emotionale Labilität, Zerebralparese, visumotorische Beeinträchtigung u. a. m. .

Wird nun in einem Forschungsvorhaben im Rahmen der bisher angeführten Probleme eine Festlegung hinsichtlich der Stichprobe und ihrer Erhebung sowie den Aufgabenstellungen und ihrer Durchführung und Auswertung getroffen, so verbleibt weiter die Frage der Händigkeitsklassifizierung. Letztlich ist immer ein gewisses Maß an Willkür bei der Händigkeitsklassifizierung vorhanden (oder anders formuliert: es erfolgt eine operationale Definition), andererseits sind die methodischen und theoretischen Begründungen der Klassifizierungen in den einzelnen Untersuchungen unterschiedlich zu bewerten. Aufgrund der Klassifizierungsvielfalt ist jedenfalls anzunehmen, daß z. B. Ambidexter in der einen Untersuchung als Linkshänder, in der anderen aber als Rechtshänder aufgefaßt werden. Z. T. erinnert die Diskussion hier an die Vielfalt der einer Intelligenzskala mehr oder weniger willkürlich aufgepfropften Einteilungen nach z. B. extrem niedriger, sehr niedriger, niedriger, durchschnittlicher, hoher, sehr hoher und extrem hoher Intelligenz oder nach Idiotie, Imbezilität, Debilität oder Lernbehinderung und geistiger Behinderung. In bezug auf die Händigkeit ergibt sich so zunächst auf der einen Seite die einfachste Aufteilung nach Links- oder Rechtshändern, auf der anderen Seite aber auch die Möglichkeit der Klassifizierung in fünf Gruppen: ausgeprägte Linkshänder, unausgeprägte Linkshänder, Beidhänder, unaus-

geprägte Rechtshänder, ausgeprägte Rechtshänder u. a. Schemata mehr. In bezug auf die Linkshändigkeit werden oft auch familiäre und nicht familiäre Linkshänder unterschieden, wobei häufig unklar bleibt, ob familiäre Linkshändigkeit mehr beschreibend das gehäufte Vorkommen von Linkshändern in einer Familie ausdrücken soll oder aber im Sinne einer vererbten Linkshändigkeit zu interpretieren ist. Weiter ist auch öfters z. B. die Unterteilung nach umerzogenen (breaking) oder nicht umerzogenen Rechtshändern zu finden.

Im erweiterten Zusammenhang führt SCHENCK (1972) auf, "daß der Begriff der Seitigkeit abweichend, ja gegensätzlich definiert werden kann. So ist nach BENT Rechts- bzw. Linkshändigkeit danach zu beurteilen, welche Hand bei neuen und ungewohnten Aufgaben benutzt wird. BRAIN (1945) betrachtet eine Person dann als Rechtshänder, wenn sie ihre Hand für die feinsten und präzisesten Bewegungen benutzt und wenn diese rechtsseitig am besten ausgeführt werden. Nach BINGLEY (1968) liegt Linkshändigkeit vor, wenn ein Proband in zwei von zehn definierten Tätigkeiten die linke Hand benutzt, wenn er sich selbst als Linkshänder oder Beidhänder betrachtet, und wenn er als Kind die linke Hand bevorzugte, vorausgesetzt, daß ein durch Krankheit bedingter Seitigkeitswechsel ausgeschlossen werden kann. BLAU (1946) gibt eine globale Zuordnungsmöglichkeit zu bestimmten Gruppen praktisch auf, wenn er erklärt, man müsse sich darauf beschränken, bei dem jeweiligen Probanden ein individuelles Rechts- bzw. Linksseitigkeitsmuster für bestimmte Aktivitäten während einer bestimmten Lebensperiode zu beschreiben."

Bei quantitativen Vergleichen der Leistungen von rechter und linker Hand sind einfache Differenzwerte unzureichend, spiegeln sie doch bei verschieden hoher Gesamtleistung, aber gleicher Differenz unterschiedliche Sachverhalte wieder. Durchgesetzt haben sich verschiedenste

Indizes, denen gemeinsam ist, daß sie die Werte der rechten und linken Hand zueinander ins Verhältnis setzen. Häufig sind die Indizes dabei nur optisch unterschiedlich, lassen sie sich doch rechnerisch ineinander überführen und gleichsetzen (zur Problematik von Lateralitätsindizes, insbesondere bezüglich der unterschiedlichen Gesamtleistungen der Probanden siehe MARSHALL et al., 1975).

STEINGRÜBER (1971) verwendet in seinem für den deutschsprachigen Raum ersten Verfahren, das den Anforderungen eines objektiven Leistungstests genügt, dem Hand-Dominanz-Test, z. B. die folgende Formel:

$$D = \frac{\text{Leistung rechte Hand - Leistung linke Hand}}{\text{Leistung rechte Hand + Leistung linke Hand}} \times 100$$

d. h., der Differenzwert D "gibt jeweils den relativen Anteil der überlegeneren Hand am Gesamtwert an; er kann im theoretischen Extremfall von -100 (extreme Linkshändigkeit) bis +100 (extreme Rechtshändigkeit) variieren, praktisch kommen jedoch Differenzwerte > $\pm$ 50 kaum vor." In einem weiteren, testpsychologischen Gütekriterien genügenden Verfahren bestimmt SCHILLING (1973) den (Leistungs-) Dominanz-Index unter Einbeziehung der benötigten Zeit und der Fehlerzahl nach der folgenden Formel:

$$DI = \frac{(G-F)_{re.} \times Zeit_{li.}}{(G-F)_{re.} \times Zeit_{li.} + (G-F)_{li.} \times Zeit_{re.}} \times 100$$

G = Gesamtzahl F = Fehler re. = rechts li. = links

Aufgrund des Standardmeßfehlers bestimmte SCHILLING (1973) weiter ein Vertrauensintervall von $\pm$ 7 bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent, so daß mit 5 Prozent Irrtumswahrscheinlichkeit Werte zwischen 0-42

für Linksdominanz, von 43-57 für Seitengleichheit (Ambidexter) und 58-100 für Rechtshänder sprechen (s. a. KORNMANN et al., 1974).

Im zuletzt Angeführten deuteten sich weitere sehr wichtige Forderungen an Verfahren zur Händigkeitsbestimmung an, und zwar u. a. die Überprüfung hinsichtlich der Objektivität eines Tests (Durchführungs- und Auswertungsobjektivität), der Zuverlässigkeit (Reliabilität) und der Gültigkeit (Validität), Forderungen, die erst in neueren Arbeiten hinreichend Beachtung fanden. Für den deutschsprachigen Raum muß so festgestellt werden, daß erst seit 1971 mit dem Hand-Dominanz-Test von STEINGRÜBER ein Verfahren vorliegt, das heutigen testpsychologischen Anforderungen genügt. 1973 folgten dann die beiden Verfahren von SCHILLING zur Leistungs- sowie Präferenzdominanz. Für die englischsprachige Literatur gilt insgesamt entsprechendes. Reliabilitätsuntersuchungen liegen hier u. a. von den folgenden Autoren vor: JOHNSON und DUKE, 1940; JOHNSON und BISELL, 1940; PROVINS und CUNLIFFE, 1972; ANNETT et al., 1974; RACZKOWSKI et al., 1974.

Insgesamt gesehen arbeitet die Händigkeitsforschung also erst seit einigen Jahren mit testpsychologisch als hinreichend zu bezeichnenden Verfahren und diskutiert ihre Ergebnisse auch erst seit diesem Zeitraum mit einer der Komplexität des Forschungsgegenstandes angemessenen Vorsicht gegenüber vorschnellen und zu weitreichenden Interpretationen. Als Konsequenz müßten letztlich die angenommenen Beziehungen zu Sprachstörungen, emotionalen Störungen, funktionalen Hemisphärendifferenzen u. a. empirisch neu überprüft werden. Dies bedeutet weiter ggf. Neuformulierungen theoretischer Überlegungen und Umstellungen in der praktisch-klinischen Arbeit.

Letztlich erscheint es weiter sinnvoll, größere Testbatterien mit unterschiedlichsten Aufgaben zu verwenden, die korrelationsstatistisch auf verschiedene Aspekte bzw. Faktoren der Händigkeit hin ausgewertet und inter-

pretiert werden können (im Gegensatz dazu versuchte STEINGRÜBER, 1971 einen faktoriell möglichst homogenen Leistungsaspekt der Handmotorik festzustellen) und so in ihrer Beziehung zu anderen Verfahren, die funktionale Hemisphärendifferenzen oder auch Lese-Rechtschreibschwäche erfassen, überprüft werden können (wobei selbstverständlich auch diese Verfahren testpsychologischen Gütekriterien genügen müßten, was leider sehr oft nicht der Fall ist). Auf der Grundlage von z. B. Faktorenanalysen könnten mit SCHILLING (1972) ggf. "verschiedene von einander unabhängige Leistungsbereiche der Handdominanz gefunden werden", so daß die Händigkeitsaussage bei einem Probanden nicht global erfolgt, sondern Rechts- bzw. Linkshändigkeit in Abhängigkeit von verschiedenen Aufgaben bzw. Faktoren formuliert werden müßte: "Möglich wäre z. B., daß ein Proband als Rechtshänder in bezug auf die Kraftleistung seiner Hände und als Linkshänder in bezug auf feinkoordinierte Leistungen seiner Hände bezeichnet werden müßte." Daß die Korrelationen zwischen verschiedenen Händigkeitsverfahren sehr niedrig sein können, zeigen die Untersuchungen von HUMPHREY (1951), BENTON et al. (1962), SCHILLING (1972) und HULL (1936) sowie auch SATZ et al. (1967) in bezug auf daraus resultierende unterschiedliche Beziehungen verschiedener Händigkeitsverfahren zur Sprachdominanz.

In bezug auf die Vererbung der Händigkeit sei hier nur das von ANNETT (1964, 1967, 1970 a, b) dargestellte Modell angeführt, bis heute wohl das bedeutsamste, wenn auch nicht ohne theoretische Unklarheiten und in bezug auf die von der Autorin selbst durchgeführten Untersuchungen auch in seiner bisherigen Form zu einfach und empirisch nicht verifiziert. Weiter erscheint dieses Modell hier aber auch von Interesse wegen seiner Einbeziehung der Hemisphärendominanz für sprachliche Leistungen, auch wenn

das verwendete Dominanzkonzept zu global und dualistisch erscheint gegenüber dem heutigen Forschungsstand.

ANNETT nimmt zwei Allele an, wobei D gewöhnlich dominant sei und Rechtshändigkeit manifestiere, R gewöhnlich rezessiv sei und Linkshändigkeit manifestiere. Bei Heterozygoten würde weiter eine teilweise Penetranz von R bestehen.

Die Hypothesen gehen dahin, daß ein dominanter Erbgang für Rechtshändigkeit und linksseitige sprachliche Hemisphärendominanz bestünde sowie ein rezessiver Erbgang für Linkshändigkeit und rechtsseitige sprachliche Hemisphärendominanz. M. a. W., eindeutige Rechtshändigkeit sowie linke zerebrale Sprachdominanz würde durch zwei dominante homozygote Allele DD resultieren, eindeutige Linkshändigkeit mit rechtsseitiger Hemisphärendominanz für Sprache aber seine Begründung finden in den beiden rezessiven homozygoten Allelen RR. Das heterozygote Paar DR sei nach ANNETT instabiler, es resultiere linke oder rechte Händigkeit sowie linke oder rechte sprachliche Hemisphärendominanz, d. h. hier könnten Dominanzverhältnisse leichter durch Umwelteinflüsse (soziokultureller Druck, hirnorganische Läsion) umgekehrt werden. Bei der Mehrzahl der Heterozygoten würde sich Rechtshändigkeit und linke Hemisphärendominanz für Sprache entwickeln, aber bei einigen Heterozygoten würde das rezessive Allel Tendenzen zur Linkshändigkeit bewirken. Auch SATZ et. al. (1969) vertreten die Annahme von ANNETT und sehen eine Bestätigung des Modells u. a. in Untersuchungen mit dem Dichitic-Listening-Verfahren (vgl. Teil V, Kap. 9).

ANNETT unterscheidet weiter zwischen konsistenter und nicht konsistenter Händigkeit, z. B. würde in-

konsistente Linkshändigkeit durch Heterozygote, konsistente Linkshändigkeit durch (rezessiv) Homozygote bewirkt. Entsprechend wird Händigkeit als aufgabenspezifisch angesehen (s. o.), Links- und Rechtshänder variieren in Grad und Konsistenz der Handbevorzugung (vgl. BRAIN, 1945; HUMPHREY, 1951; BENTON, 1962; SCHILLING, 1972; s. a. KIMURA und VANDERWOLF, 1970, die zeigen konnten, daß Rechtshänder mit der linken und Linkshänder mit der rechten Hand schneller und gezieltere Einzelbewegungen mit den Fingern nach spezifischen Anweisungen vollziehen konnten , wobei bei den Linkshändern die Ergebnisse allerdings nicht konsistent waren.) Abschließend zum genetischen Modell von ANNETT soll hier nur auf weitere genetische Untersuchungen und Ansätze zur Händigkeit verwiesen werden: RIFE (1922, 1939, 1940), CHAMBERLAIN (1928), TRANKELL (1955), MERRELL (1957), FALEK (1959), ZAZZO (1960), PALMER (1964), LEVY und NAGYLAKI (1972), HUDSON (1975).

In bezug auf phylo- und ontogenetische Aspekte der Händigkeit, ihrer möglicherweise auch strukturellen Bedingtheit in Hinblick auf Seitenunterschiede der Knochen und Muskulatur, der Hirndurchblutung und der Anatomie des Hirns sowie zu soziokulturellen Aspekten sei hier auf die in diesem Kapitel angeführte Literatur verwiesen. Zur Beziehung zwischen Händigkeit und funktionalen Hemisphärenasymmetrien werden in den weiteren Kapiteln immer wieder Hinweise und Untersuchungen angeführt.

Zusammenfassend muß davon ausgegangen werden, daß die multifaktorielle Bedingtheit der Händigkeit bisher unzureichend erforscht wurde, hinreichend gültige Aussagen in bezug auf die Bedeutsamkeit und Gewichtung einzelner Faktoren sind im Rahmen des gegenwärtigen Forschungsstandes nicht möglich, die Beziehungen zu klinischen, pädagogischen, arbeits- und verkehrspsychologischen Problemen verbleiben weiter unklar und bedürfen im Rahmen einer mehr interdisziplinären und methodisch exakteren

Forschung weiterer Abklärung. Diese exaktere Abklärung erscheint auch von daher notwendig, daß vorwissenschaftliche Spekulationen eingedämmt werden (LEISER-EGGERT, 1954 führt an, daß "es kaum irgendeinen Zusammenhang zwischen psychischen oder körperlichen Phänomenen und Lateralisationsproblemen" gibt, "der nicht schon postuliert" wurde) und z. B. bezüglich der Psychohygiene bei Linkshändern nicht zu falschen Maßnahmen führen. Weiter ist mit PASSIAN et al. (1969) z. B. die Frage nach dem Zeitpunkt der Lateralisation manueller Leistungen "nicht nur für die Pädagogik, sondern vor allem auch für die Pädiatrie und Neurologie... von großer Bedeutung. Von seiner Lösung hängt in vielen Fällen die Indikationsstellung zu operativen Eingriffen ab. Hiermit wird entschieden, ob Rehabilitationsmaßnahmen bei Hirnkranken verschiedenster Altersstufen sinnvoll sind. Darüberhinaus mehren und erweitern subtile Kenntnisse über den Zeitpunkt der Lateralisation höherer Bewegungsleistungen unsere noch recht verschwommenen Vorstellungen von der Lokalisation bestimmter Funktionen in umschriebenen Hirnteilen - also der sogenannten Zentrenlehre."

ULLMANN (1974) versucht die multifaktorielle Bedingtheit der Händigkeit durch die folgenden Punkte zu erklären:

"1.) Umfang und Art der Stichprobe
   a) grosses oder kleines Sample
   b) nach bestimmten Gesichtspunkten zusammengestellte Stichprobe
   c) Alter, Geschlecht, Schultyp, soziales Milieu, Gesundheitszustand, Nationalität der Versuchsperson
2.) Methodisches Vorgehen
   a) Zahl und Art der untersuchten und kontrollierten Variablen
   b) Art des Untersuchungs-Designs
   c) Typ der Untersuchung
3.) Händigkeitsklassifikation
   a) durch Seitigkeitsziffer
   b) durch Händigkeitsquotient
4.) Güte der für die Schlußfolgerung herangezogenen Daten bezüglich
   a) Reliabilität
   b) Validität"

Prüft man nur im Rahmen dieser Einflussgrößen und ihrer Kombinationsmöglichkeiten bisherige Untersuchungen zur Händigkeit, so kann die Vielfalt und Widersprüchlichkeit der Einzelbefunde nicht mehr verwundern: notwendig sind große Forschungsvorhaben auf der Basis eines eindeutigen operationalen Vorgehens in bezug auf alle angeführten Punkte. Die Gefahren eines radikalen Operationalismus (vgl. HÖRMANN, 1964) sind dabei sehr viel größer im Rahmen einer Vielfalt von unzureichenden Alleingängen von Forschern als innerhalb weniger, aber hinreichender größerer Forschungsvorhaben: der Atomisierung der Ergebnisse und Interpretationen von Untersuchungen ohne hinreichende Aussagekraft kann nur durch einen vergrößerten Forschungsrahmen - personell, finanziell, methodisch usw. - begegnet werden (und damit auch dem Pessimismus von SIEGRIST, 1956 zum bisherigen statistischen und testpsychologischen "Schaffen" zum Händigkeitsproblem). Dies betrifft allerdings nicht nur Untersuchungen zur Händigkeit, sondern z. B. auch die Erforschung der Legasthenie und Hemisphärendominanz sowie die gesamte gängige Forschungs- und Wissenschaftspraxis mit ihrem Zwang zur Profilierung des Einzelnen in eigenen Arbeiten denn der Optimierung der Ergebnisse durch Zusammenarbeit.

3. Zum Begriff der Legasthenie (Lese-Rechtschreibschwäche, LRS)

Die Problematik der definitorischen Festlegung und methodischen Bestimmung der LRS soll hier nicht so weit ausgeführt werden, wie es noch für die Darstellung der Händigkeitsforschung im vorangegangenen Kapitel notwendig erschien: es ist insgesamt davon auszugehen, daß das Problembewußtsein, die Methodik und die Theorienbildung im Rahmen der Erforschung der LRS einen höheren Stand erreicht haben als innerhalb der Händigkeitsforschung.

Während - überspitzt formuliert - z. B. in Lateralisationsuntersuchungen noch von der Händigkeit gesprochen wurde, sah man die LRS bereits als polyätiologisches Syndrom an (MOSSE, 1965; KLEINER, 1965; EGGERT und SCHUCK, 1973; ANGERMAIER, 1970), d. h. eine Vielzahl von möglicherweise die LRS bedingenden Faktoren mit noch unklarer jeweiliger Gewichtung wurde diskutiert (vgl. auch GRAICHEN, 1973, 1975 zum von ihm verwendeten Konzept der Teilleistungsschwächen: er versteht darunter die Leistungsminderung einzelner Glieder innerhalb größerer funktionaler Systeme, die zur Bewältigung komplexer Anpassungsaufgaben erforderlich sind - also auch für das Lesen, Schreiben oder Rechnen).
Während weiter - wiederum vergröbernd - z. B. die Händigkeit noch methodisch naiv bestimmt wurde, lagen zur Erfassung der LRS bereits Verfahren vor, die psychometrischen Gütekriterien genügten. Ebenso ist die statistische Weiterverarbeitung der Daten mit Hilfe hinreichender Analysen in der LRS-Forschung häufiger zu beobachten als in Händigkeitsuntersuchungen, und letztlich erscheinen auch die Untersuchungspläne in der LRS-Forschung methodisch einwandfreier (z. B. bezüglich der Parallelisierung von Kontroll- und Versuchsgruppe u. a. nach Alter, Geschlecht, Intelligenz und sozioökonomischem Status, aber auch in Hinblick auf Stichprobengrößen und ihrer Repräsentativität).

Betrachtet man die LRS als ein multifaktoriell verursachbares Syndrom, wobei den einzelnen Faktoren auch eine je nach dem individuellen Fall unterschiedliche Gewichtung zukommen kann, so werden in der Literatur u. a. die folgenden Variablen diskutiert: hirnorganische Schädigung, Reifungsverzögerung, unausgeprägte Hemisphärendominanz, Linkshändigkeit, gestörte Visuomotorik, Raumlagelabilität, Neurotizismus, Sprachstörungen, akustische Differenzierungsschwäche, niedriges sozioökonomisches Niveau, Seh- und Hörstörungen, Gedächtnisschwäche und nicht zuletzt wohl auch ein mangelhaftes Schulsystem mit ungenügender so-

fortiger Hilfe beim Auftreten von spezifischen Leistungsschwächen (vgl. EGGERT und SCHUCK, 1973: "Mit Mitteln einer kompensatorischen, motivationssteigernden Grundschulpädagogik könnte zuerst einmal auch den vielen angeblichen Legasthenikern geholfen werden, ihre Schulleistungsschwäche zu überwinden, bevor man spezielle Förderungsmaßnahmen außerhalb des Rahmens der Grundschule ins Auge faßt."). Angeführt sei hier weiter das Problem der Didaktik des Lese- und Schreibunterrichts bezüglich der Problematik, daß die normale alphabetische Schreibung nicht direkt die phonetische Form der Wörter wiedergeben muß: von Interesse sind hier Veröffentlichungen im Arbeitsfeld der Neuropsychologie und Linguistik, z. B. BIERWISCH (1972) zur Schriftstruktur und Phonologie oder WEIGL (1972) zur Schriftsprache und ihrem Erwerb (vgl. auch BECKER, 1973).

Die relative Bedeutsamkeit der angeführten Faktoren ist dabei noch nicht ausreichend erforscht worden (vgl. ANGERMAIER, 1970; VALTIN, 1970 a, b, 1972, 1973; MORRIS, 1966), wobei für die klinische Praxis weiter festzustellen ist, daß einmal die alltägliche testpsychologische Diagnostik nicht genügend differenzierte Verfahren zur Erfassung möglicher verursachender Faktoren verwendet, zum anderen daraus weiter auch eine mehr eingleisige Therapie resultiert (KNABE, 1969). Die Behandlung erscheint so häufig eher aus einer tradierten Lehrmeinung zur Verursachung der LRS abgeleitet als aus einer hinreichenden multidimensionalen Diagnostik (vgl. SCHMIDTCHEN et al., 1973). Es sei hier auch noch angeführt, daß die Praxis mit ministeriellen Erlassen zu Anerkennung von Legasthenikern arbeiten muß, die zwar bürokratischen Gepflogenheiten genügen mögen, nicht aber den lernbehinderten Legasthenikern (vgl. DEMIANIUK et al., 1974: es zeigt sich, "daß die Legastheniker in den verschiedenen Bundesländern auf Grund unterschiedlicher Vorverständnisse von Legasthenie ungleich, ungenau und oberflächlich - stets

jedoch ungenügend - behandelt werden.").

In bezug auf die definitorische Eingrenzung einer LRS wird allerdings auch keine der bisherigen Definitionen letztlich als verbindlich angesehen, durchgesetzt hat sich lediglich die relativ arme Umschreibung einer LRS hinsichtlich durchschnittlicher Begabung und relativ spezifischem sowie stark ausgeprägtem Leistungsversagen in der Lese- und Rechtschreibfähigkeit. Dabei sind aber bereits wiederum die untere Grenze des Intelligenzniveaus sowie die Grenze der Lese-Rechtschreib-Minderleistung umstritten. Abgesehen davon ging aus dem bisher Angeführten auch hervor, daß herkömmliche Intelligenztests und Lese-Rechtschreib-Verfahren nicht ausreichen, um im individuellen Fall eine hinreichende Diagnostik mit abschließendem Behandlungsplan durchzuführen.

Für die heutige Erforschung und Therapie der LRS kann zusammengefaßt werden, daß den Persönlichkeits- und motivationspsychologischen Aspekten neben den Milieueinflüssen wieder eine stärkere Beachtung zukommt, wobei natürlich auch prophylaktische Maßnahmen von seiten der Pädagogen ein starkes Gewicht erhalten. ANGERMAIER (1973) vermutet aufgrund der von ihm referierten - teilweise neu rotierten und interpretierten - Faktorenanalysen von LOVELL und GORTON (1968), KNABE (1969) sowie VALTIN (1970) zusammenfassend vom Zustandsbild des intelligenten LRS: "(1) Im Vergleich mit guten Rechtschreibern weist er keine Minderleistungen in Tests der optischen Wahrnehmung auf (VALTIN); (2) seine Schwierigkeiten dürften wesentlich motivationaler Art und Persönlichkeitsprobleme sein (KNABE); (3) Begabungsmängel sind isoliert und betreffen z. B. die akustische Diskrimination (KNABE, LOVELL und GORTON), aber auch die sprachliche Lernfähigkeit. (4) Manches spricht für die Erklärung, daß diese isolierten Begabungsausfälle durch Milieueinflüsse erworben sind. (5) Die zunehmende Lernunlust des Legasthenikers greift auch auf andere

schulische Bereiche (rechnerisches Denken) schädigend über. (6) Die Therapie muß den Persönlichkeitsproblemen dieser Kinder stärker Rechnung tragen." Damgegenüber würde bei weniger intelligenten LRS der Verdacht auf organische Beeinträchtigung (neurologische Integrationsstörung, motorische Auffälligkeiten, Sprachstörungen, Hirnschädigung) steigen, weiter werden bei ihnen vermehrt - die LRS begleitende - allgemeine Begabungs- und schulische Leistungsschwächen vermutet.

Zumindest in bezug auf den intelligenten LRS werden also der Einfluß von Milieu und Persönlichkeit auf die LRS hervorgehoben (s. a. in den entsprechenden Kapiteln bei MALMQUIST, 1958; VALTIN, 1970; ANGERMAIER, 1970). KNABE (1969) fand, daß bei hochintelligenten LRS stärkere Ängstlichkeit zu mehr Rechtschreibfehlern führt. DETZKIES (1971, zit. n. BUGGLE und BAUMGÄRTEL, 1972) fand "einen eindeutigen Zusammenhang zwischen Neurotizismus und Legasthenie bei legasthenischen Kindern", durch entsprechendes Training konnte bei Kindern mit niedrigen Neurotizismuswerten eine deutlich stärkere Leistungsverbesserung erzielt werden als bei Kindern mit erhöhten Neurotizismuswerten, durch Spiel- und Bekräftigungstherapie verringerten sich die Neurotizismus-Werte. Für die pädagogische Praxis erscheint hier weiter die Arbeit von WIECZERKOWSKI et al. (1969) wichtig mit dem erfolgreichen Versuch, durch positive Bekräftigung von seiten der Lehrer Schulangst und Neurotizismus zu erniedrigen (vgl. auch die von DEMIANIUK et al., 1974 zitierten Untersuchungsergebnisse von TREMPLER über Zusammenhänge zwischen Legasthenie und Störungen der Persönlichkeit).

Entsprechend dem Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit soll die LRS im Folgenden weitgehend nur im Zusammenhang mit funktionalen Hemisphärenasymmetrien und spezifischen Lateralisierungen behandelt werden, d. h. es geht um den häufig angenommenen Zusammenhang zwischen LRS und Linkshändigkeit oder -äugigkeit, unausgeprägter Hemisphärendominanz, gemischter Seitigkeit u. a. m. Zurückzuführen sind diese Annahmen wohl auf ORTON (1925, 1929, 1937;

vgl. auch DEARBORN, 1931 und EAMES, 1934): er sah eine unausgeprägte Hemisphärendominanz als Ursache der LRS an. Im zu seiner Zeit noch akzeptierten Konzept einer globalen Dominanz der linken Hemisphäre für höhere kognitive Funktionen nahm er an, daß nach ursprünglicher Gleichwertigkeit der Hemisphären sich die Dominanz der linken Hemisphäre im Verlauf der ersten sieben Lebensjahre fest ausprägt, wobei er weiter eine stabilisierte Händigkeitsausprägung als Anzeichen einer klaren Dominanzausprägung der Hemisphären ansah. ORTON ging nun weiter davon aus, daß beim Lesenlernen die Buchstaben als Engramme bzw. (Gedächtnis-) Spuren in den Hemisphären niedergelegt werden, wobei allerdings die Engramme in der nicht dominanten Hemisphäre als Spiegelbilder derjenigen der dominanten Hemisphäre abgebildet würden. Im Normalfall würden nun die Engramme der nicht dominanten Hemisphäre unterdrückt werden durch die führende dominante Hemisphäre: bei unvollständiger Hemisphärenasymmetrie oder gemischter Lateralität von Auge und Hand würden allerdings diese spiegelbildlichen Engramme nicht genügend unterdrückt werden, woraus Tendenzen zu Spiegelschrift und Verwechselungen von Buchstaben resultieren würden.

Auf spätere Untersuchungen im Rahmen dieses Problemkreises soll hier nicht erneut eingegangen werden, da bereits umfangreiche Literaturübersichten von z. B. VALTIN (1970) und ANGERMAIER (1970) vorliegen. So faßt z. B. VALTIN ihre Übersicht dahingehend zusammen: "Die häufig ohne Hinweis auf ihre zweifelhaften Grundlagen zitierte Theorie von ORTON (1925) über einen kausalen Zusammenhang von nichtstabilisierter Hemisphärendominanz und Lesestörungen sollte aufgrund ihrer höchst fragwürdigen Prämissen aus der Diskussion zur Ätiologie des Leseversagens ausgeschlossen werden, zumal eine der zugrundegelegten Hypothesen durch die Untersuchungen von BELMONT/BIRCH (1963) und TINKER (1965) falsifiziert worden ist. Auch die häufig in einen ursächlichen Zusammenhang zur Legasthenie gebrachten

Lateralitätspräferenzen, wie Linkshändigkeit, Linksäugigkeit und Dominanzüberkreuzungen, sind als kausale Faktoren umstritten. Vor allem amerikanische Untersuchungen neueren Datums sind dazu angetan, die ätiologische Bedeutsamkeit dieser Seitigkeitserscheinungen in Frage zu stellen."

Zitiert sei hier weiter die insgesamt vorsichtigere und differenzierter erscheinende Zusammenfassung von ANGERMAIER (1970) aufgrund seiner Literaturübersicht: "Die Methodik und der theoretische Stand der Seitigkeitsforschung stehen noch ganz am Anfang. Es scheint ziemlich sicher, daß die Frage einer allgemeinen oder speziellen Lernbehinderung (z. B. als Lese-Rechtschreib-Schwäche) nicht einfach eine Frage der Linkshändigkeit ist. Vielmehr scheinen bestimmte Seitenpräferenzen (z. B. Linkshändigkeit) oder bestimmte Gruppierungen von Äugigkeit, Füßigkeit und Händigkeit, oder bestimmte Ausprägungsgrade der Seitigkeit Indizien zu sein für eine bestimmte Verfassung der Hemisphärendominanz. Wenn überhaupt, dann dürfte alleine die exakte und direkte Untersuchung der Hemisphärendominanz Beziehungen zur Lernbehinderung aufweisen. Bei bestimmten Zustandsformen der Hemisphärendominanz erscheint es zumindest nicht ausgeschlossen, daß sie mangelnde Lernfähigkeit oder Unprägnanz der Wahrnehmung mit einschließen. Über das Stadium der Hypothesenbildung sind diese Untersuchungen aber noch nicht hinausgekommen. Eine gewisse Übereinstimmung ergab sich lediglich in der Beurteilung von Versuchen, Kinder gewaltsam von Links- auf Rechtshändigkeit umzuschulen. Dieses sogenannte 'breaking' führt zu Verhaltens- und Lernschwierigkeiten und kann latente Dispositionen zu Stottern aufdecken. Eine isolierte Hemmung des Lesenlernens übt es jedoch nicht aus."

Wurde im vorangegangenen Kapitel zum Begriff der Händigkeit bereits ausgeführt, daß die Händigkeitsforschung erst seit einigen Jahren mit testpsychologisch als hinreichend zu bezeichnenden Verfahren arbeitet und z. B. ihre Ergebnisse zu Stottern oder LRS empirisch neu überprüfen müßte, so ergibt sich bei ANGERMAIER weiter, daß es bisher auch an

Untersuchungsmethoden fehlt, die direkter funktionale Hemisphärendifferenzen erfassen (der globale Ansatz von der Hemisphärendominanz entspricht ohnehin nicht dem heutigen Stand neuropsychologischer Forschung). Auf solche Untersuchungsmethoden und ihre Ergebnisse in bezug auf Händigkeit und LRS wird insbesondere in den Kapiteln 8 (Hemisphärendominanz und optische Wahrnehmung bei Tachistoskop-Untersuchungen) und 9 (Dichotic-Listening-Verfahren) des V. Teils der vorliegenden Arbeit noch bezug genommen. Die Beziehungen zwischen Lateralität, funktionaler Hemisphärenspezialisierung und LRS können von daher aufgrund bisheriger Methoden und Untersuchungen weder als verifiziert, noch als falsifiziert angesehen werden, zumindest erscheinen grundsätzliche Ablehnungen von solchen Beziehungen ebenso unwissenschaftlich wie viele spekulative Ansätze ohne hinreichende empirische Basis.

Andererseits sieht auch ANGERMAIER (1970) Verbindungen zwischen 'breaking' und LRS (vgl. ZUCKRIGL, 1967; SCHKÖLZIGER, 1952; VALTIN, 1970; MÜLLER, 1972), wobei es in diesem Zusammenhang der Lateralität und LRS auch auf den von ULLMANN (1974) angeführten Sachverhalt ankommt: "Es ist jedoch bemerkenswert, daß es klinische Untersuchungen sind, die eine positive Beziehung zwischen den angesprochenen Variablen konstatieren. Die Untersuchungen mit gegenteiligem Ergebnis wurden meist unter Heranziehung einer normalen Schulpopulation durchgeführt." Betrachtet man nun die LRS als durch vielerlei Faktoren verursachbare Störung bei je Faktor möglicher unterschiedlicher Gewichtung und über die Faktoren hinweg vielfältiger Kombinationsmöglichkeiten, so muß das Ausmaß einer spezifischen Störung bzw. das Gewicht eines speziellen Faktors bzw. die Höhe der Korrelation zwischen z. B. zwei Wirkungsfaktoren den Ausschlag geben, ob und von welchem Grad eine LRS resultiert. Es könnte so angenommen werden, daß diese Gewichtung beim 'breaking' größer ist als bei 'normaler'Linkshändigkeit, daß hohe

Gewichtungen in bezug auf sehr spezifische Verursachungsfaktoren eher bei klinischen Untersuchungen zum Ausdruck kommen als bei weniger selektiven Stichproben (vgl. WARRINGTON, 1967). So zeigt auch die klinische Praxis häufig genug, daß allein eine visuomotorische Störung von entsprechend hohem Ausmaß Lese- und Rechtschreib-Schwächen bedingen kann, sei es auf der Grundlage einer vermuteten hirnorganischen Schädigung oder in der Folge eines 'breaking' u. a. m. . Weiter ist daran zu denken, daß sich verschiedene geringfügige Funktionsstörungen in ihrer Wirkung potenzieren können und so zum krassen Lese-Rechtschreibausfall führen: z. B. können Artikulationsstörungen allein oder im Zusammenhang mit Lautdiskriminationsstörungen vielleicht noch kein legasthenisches Versagen verursachen, jedoch ggf. mit gleichzeitig vorliegenden Störungen der Gedächtnisspeicherung ("Mangelndes Sprechen verwischt schon beim Eingang die Information, so daß etwaige Speicherschwächen in ihrer Wirkung potenziert werden". ANGERMAIER, 1970). Für die klinische Praxis wäre es dabei weiter nicht ungewöhnlich, neben den o. a. Störungen gleichzeitig bei einem Patienten (z. B. Zerebralparetikern) auch geringfügige Beeinträchtigungen der Visuomotorik zu finden oder aber auch unausgeprägte Händigkeit u. ä. (vgl. ZANGWILL, 1962): im Rahmen heutiger Konzepte zum polyfunktionalen Charakter (WEIGL, 1972) der Schriftsprache auf der Grundlage differenzierter funktionaler Hirnsysteme können verschiedene geringfügige Funktionsstörungen nicht mehr jeweils isoliert als unbedeutend gewertet werden (z. B. aufgrund der jeweiligen Testnormen als Grenzbefunde für sich allein eingestuft werden), sondern es bedarf einer Forschung und Bewertung, die mehr die Folgen in der Sequenz von Funktionsstörungen, ihrer Summierung und/oder Potenzierung usw., beachtet (in welch hohem Ausmaß im übrigen Stimm-, Sprach- und Hörstörungen bei frühkindlich Hirngeschädigten auftreten, zeigt u. a. BÖHME, 1965, auf: von 802 Patienten wiesen 82,9% Sprachstörungen auf. BECKMANN - o. J. - nimmt aufgrund von schulaudiometrischen Reihenuntersuchungen

an, daß durchschnittlich 4-6 Prozent der Schulkinder eine Schwerhörigkeit aufweisen, wovon den Lehrern aber nur 25-50 Prozent je nach Grad der Schwerhörigkeit bekannt sind).

Im Rahmen dieser Argumentationen können oft anzutreffende Schlußfolgerungen wie die Folgende von VALTIN (1970) zwar nicht als falsch, aber auch nicht als zutreffend für alle LRS angesehen werden: "Die ätiologische Beziehungslosigkeit der Lateralitätspräferenzen zur Legasthenie dokumentiert sich ebenfalls in dem Sachverhalt, daß - entgegen der allerdings bislang noch durch keine Untersuchung erhärteten Meinung vieler deutscher und französischer Autoren - bei Kindern mit Linksdominanz keine vermehrte Raumorientierungsschwäche oder Rechts-Links-Unsicherheit besteht." Neben der o. a. Methodenkritik geht ein solch apodiktisches Urteil sicherlich auch an den beobachteten klinischen Fällen vorbei. Es muß offensichtlich auch ausdrücklich betont werden: wenn mögliche Beziehungen zwischen Lateralität, spezifischen funktionalen Hemisphärenspezialisierungen und LRS gesehen werden (auch aufgrund neuerer, noch wenig beachteter neuropsychologischer Forschung), so werden damit noch nicht generell wirkende Faktoren angenommen, die bei allen LRS zum Tragen kommen (und solche Faktoren wurden in der LRS-Forschung auch bis heute noch nicht gefunden).

In diesem Zusammenhang sei auch die Arbeit von ZANGWILL und BLAKEMORE (1972) angeführt: die Autoren registrierten die Blickbewegungen eines 23-jährigen Dyslektikers während des Lesens, der Proband war zwar Rechtshänder, wies aber für Augen und Füße eine linke Dominanz auf und hatte große Schwierigkeiten in bezug auf die Unterscheidung zwischen rechts und links trotz guter Intelligenz. In der Familie mütterlicherseits fanden sich weiter Hinweise auf Linkshändigkeit. Beim Lesen zeigten sich häufig Buchstaben- und Silbenumstellungen, und die Registrierung

der Blickbewegungen ergab häufige Fixationshemmungen mit zahlreichen entgegengerichteten Bewegungsimpulsen, d. h. von rechts nach links (vgl. zu rückläufigen Augenbewegungen und zur gestörten Fixationsfähigkeit bei Leseschwachen auch die Übersicht bei ANGERMAIER, 1970).

Entsprechend der o. a. Betrachtung von der LRS als einem multifaktoriell verursachbaren Syndrom fassen die Autoren zusammen: "This may not be a primary symptom in all dyslexic patients, but it may be in some, particularly those who show mixed laterality. If the problem is a relatively peripheral one, it might even be possible to improve their reading skills by a simple course of training to scan from left to right."

Abschließend zu diesem Kapitel sei noch die Arbeit von WEIGL (1972) über neuropsychologische und psycholinguistische Annahmen zur Schriftsprache angeführt, wobei unter Schriftsprache sämtliche Lese- und Schreibvorgänge verstanden werden. Der Autor geht davon aus, daß die Schriftsprache sich von der Lautsprache ableitet und so eine Reihe von Funktionen lautsprachlicher Art in die Lese- und Schreibvorgänge als Komponenten eingehen: "Dies gilt z. B. für die expressive, verbomotorische Komponente des Lautlesens, für den Anteil der verbo-akustischen, rezeptiven Perzeption am Diktatschreiben u. a. Die bereits in der Kindheit angeeignete Fähigkeit zur semantischen Dekodierung von Sprachsignalen wird bei der Erlernung des Lesens auf den optisch-lexischen Verstehensprozeß transferiert, ebenso wie der Erwerb der manifest-sprachlichen Enkodierung kognitiver, innersprachlicher Konzepte dem Lernprozeß des willkürlichen Schreibens zugute kommt."

Entsprechend diesen Überschneidungen würden funktionelle Hirnsysteme der Lautsprache z. T. auch für die Schriftsprache von Bedeutung sein: "In diesem Sinne spielt z. B. die Tätigkeit des Temporallappens nicht nur beim Verstehen der gesprochenen Sprache, sondern auch beim Diktatschreiben im Hinblick auf dessen audioperzeptive

Komponente eine entscheidende Rolle."
Die gegenüber der Lautsprache von der Schriftsprache zusätzlich beanspruchten Rindenzonen werden in dem großen Komplex fronto-parieto-occipitaler Abschnitte gesehen mit insbesondere denjenigen Arealen, die optisch-räumliches Erfassen der Schriftzeichen sowie manuell-motorische (Schreib-) Bewegungen gewährleisten.

Neuropsychologisch gesehen sieht WEIGL eine Reihe von neuen Aufgaben, die das kindliche Gehirn in bezug auf die Aneignung der Schriftsprache erfüllen muß: "Dazu gehört vor allem der Erwerb eines bisher unbekannten sprachlichen Zeichensystems mit bestimmten optisch-räumlichen Eigenschaften; der Mechanismus der Umkodierung von einem der beiden Zeichensysteme zum anderen aufgrund bestimmter, zu interiorisierender Zuordnungsregeln; eine neue Form der Motorik, der Graphomotorik, mit deren Hilfe Schriftstrukturen graphisch realisiert werden können; entsprechende Mechanismen, die die Umsetzung auditiv oder optisch perzipierter bzw. gedanklich konzipierter Wortstrukturen in korrespondierende Schreibbewegungsmuster gewährleisten; Dekodierungsmechanismen, die es ermöglichen, das bereits beim lautsprachlichen Erwerb angeeignete Sinnerfassen von Sprachsignalen nun auf graphemischer Ebene zu vollziehen usw."

WEIGL (1972) weist so auch auf den "polyfunktionalen Charakter" dieser Lernprozesse beim Erwerb der Schreibfähigkeit hin, was wiederum ggf. recht eng umschriebene Störungen von Teilfunktionen der erlernten oder zu erlernenden Schreibfähigkeit impliziert (neben der allgemeinen großen Störanfälligkeit). In bezug auf das organische Substrat z. B. zur Fertigkeit des Diktatschreibens zitiert WEIGL die Annahmen von LURIA über die notwendige Beteiligung der folgenden - unter anderen - kortikalen Regionen: "bestimmte Abschnitte des Temporallappens sowie post-zentrale (parietale) Gebiete für die akustische und kinästhetische Verarbeitung auditiv perzipierter Sprachsignale, parieto-occipitale Zonen

für deren Umkodierung in optisch-räumliche graphische Symbole und untere Abschnitte des prämotorischen Bereichs für die zentrale Steuerung der Schreibbewegungen. Beim willkürlichen Schreiben, dessen Grundlage kognitive Entwürfe und deren innersprachliche Programmierung (Leontjew, 1967) bilden, spielen die präfrontalen, vor der Broca-Zone gelegenen Areale der linken Hemisphäre eine entscheidende Rolle."

Störungen der Schriftsprache (und damit auch Störungen im Sinne einer Legasthenie) könnten nach dem Bisherigen auch aus spezifischen Läsionen verschiedener Hirnareale resultieren, zumindest erscheint die Annahme einer Mitverursachung durch Hirnschädigungen bei bestimmten Legasthenikern plausibel. Das Ausmaß des legasthenischen Leistungsversagens wird dabei einmal von der Größe der Folgeerscheinungen der Hirnläsion abhängen, zum anderen auch von den individuell je verschieden auftretenden weiteren Wirkungsfaktoren wie z. B. Motivation, Milieu, Didaktik des Schreibunterrichts, Neurotizismus. Neben den Auswirkungen intrahemisphärischer Systemstörungen liegt es weiter durchaus nahe, auch Auswirkungen von Störungen der interhemisphärischen Integrationen bzw. Verbindungen auf z. B. das Diktatschreiben anzunehmen, wodurch auch funktionale Hemisphärendifferenzen Bedeutung gewinnen: für eine Reihe der von WEIGL für diese Leistung als erforderlich angenommenen Funktionen bzw. Reize wird in den weiteren Kapiteln immer wieder auf die Asymmetrie ihrer Lokalisation bzw. Verarbeitung in den beiden Hemisphären hingewiesen werden. Störungen im Systemverbund dieser der 'Dominanzregel' unterliegenden Funktionen könnten so zu mehr oder weniger ausgeprägten oder spezifischen Beeinträchtigungen der Schriftsprache führen (vgl. zur Desintegration z. B. auch Untersuchungen von Patienten nach Hirn-Bisektion; Teil V, Kap. 3).

Hier gewinnt auch das Konzept der kortikalen Reifungsverzögerung Bedeutung mit Manifestationen wie z. B. unausgeprägten Dominanzverhältnissen, visuomotorischen Beeinträchtigungen und Sprachstörungen, aber auch möglicherweise mangelhaften Integrations- und Verarbeitungsfähigkeiten zwischen verschiedenen Sinnesmodalitäten (vgl. BIRCH und LEFFORD, 1964; BIRCH und BELMONT, 1964, 1965; ZANGWILL, 1962; KASS, 1966) sowie ihren Beziehungen zur Lese-Rechtschreibfähigkeit (s. a. BIRCH, 1966 zur hierarchischen Organisation von Modalitäten der Wahrnehmung).

4. Zusammenfassung

Überblickt man nochmals die vorangegangenen Kapitel zu den Begriffen der Hemisphärendominanz, Händigkeit und Lese-Rechtschreibschwäche, so wird ersichtlich, daß in allen drei Bereichen insbesondere in den letzten zwei Jahrzehnten eine erhebliche Differenzierung hinsichtlich Theorien, Definitionen und Methodik erfolgte.

In bezug auf den Begriff der Hemisphärendominanz erfolgte die Differenzierung vom mehr globalen Dominanzkonzept weg zur Auffassung spezifischster funktionaler Hemisphärendifferenzierungen (die Darstellung der Theorien, Untersuchungsmethoden und Ergebnisse zu funktionalen Hemisphärenasymmetrien ist Aufgabenstellung der vorliegenden Arbeit und erfolgt in den weiteren Kapiteln). Im Rahmen der Händigkeitsforschung ist eine Abkehr von der Auffassung einer mehr eindimensional gesehenen Händigkeit zu Sichtweisen zu vermerken, die eine Vielzahl von Faktoren der Händigkeit und ihrer Determination annehmen. Schließlich wird auch nicht mehr in der LRS-Forschung von der Legasthenie, sondern von den Legasthenien zu sprechen sein, die LRS ist als polyätiologisches Syndrom anzusehen.

Neben dieser zunehmenden Differenzierung ist allen drei Bereichen weiter gemeinsam, daß Fragen der Methode, der Stichprobenerhebung, der psychometrischen Güte der Verfahren und der angemessenen statistischen Analyse der

Daten zunehmend Beachtung finden, wobei in dieser Hinsicht wohl die geringste Kritik im Bereich der LRS-Forschung geübt werden muß (wie entscheidend im übrigen die Ergebnisse neuropsychologischer Untersuchungen vom verwendeten statistischen Modell der Datenauswertung beeinflußt werden können, weisen z. B. JACOBI et al., 1971 in ihrer Arbeit zum Problem multipler univariater Analysen oder multivariater Analysen von testpsychologischen Befunden bei verschiedenen Gruppen Hirngeschädigter nach).
Dennoch sind in den drei Bereichen - jeweils mehr oder weniger ausgeprägt - noch sehr viele spekulative Annahmen und Interpretationen zu finden auf mangelhafter empirischer, methodischer Basis: tradierte Lehrmeinungen halten sich zäh trotz negativer empirischer Evidenz, und ihre vergröbernde Sichtweise entspricht nicht der heutigen Komplexität des Forschungsgegenstandes.

Sind schon in den einzelnen Bereichen viele Probleme und Fragen empirisch unzureichend erforscht und verbleiben so hypothetisch, so gilt dies erst recht in bezug auf mögliche Beziehungen zwischen funktionalen Hemisphärendifferenzen, Händigkeit und Lese- Rechtschreibschwäche. Umfassende Untersuchungen unter Berücksichtigung der angeführten Kritiken der genannten Bereiche fehlen; mögliche Beziehungen zwischen den Bereichen können bisher weder als falsifiziert, noch als verifiziert angesehen werden, und hinreichend empirisch gesicherte Aussagen sind wohl auch nur im Rahmen größerer Forschungsvorhaben mit vermehrter interdisziplinärer Zusammenarbeit zu erwarten bei Berücksichtigung des neuesten Erkenntnisstandes innerhalb aller drei Bereiche.

III. Theorien zur funktionalen Hemisphärenasymmetrie

1. Strukturelle Hemisphärenunterschiede

Zur Erklärung der funktionalen Hemisphärendifferenzen wurden zunächst strukturelle Untersuchungen durchgeführt, worunter hier anatomische, morphologische, cytoarchitektonische und hämodynamische Ansätze verstanden werden sollen. Die Bedeutsamkeit solcher Untersuchungen wird meist gering eingeschätzt, die Hirnhemisphären werden als paarige und anatomisch überwiegend symmetrische Organe wie z. B. die Lungen aufgefaßt, wobei allerdings eine funktionale Asymmetrie besteht, wie sie vielleicht am augenfälligsten in bezug auf Sprachstörungen nach insbesondere linksseitigen Hirnschädigungen zum Ausdruck kommt. Die folgende chronologische Übersicht führt die festgestellten Seitenunterschiede und Annahmen im Rahmen struktureller Arbeiten auf (im wesentlichen nach v. BONIN, 1962; vgl. auch: ULLMANN, 1974; WITTLING, 1973; SUCHENWIRTH, 1972; BENSON und GESCHWIND, 1968):

BOYD (1861)	Hirngewicht der linken Hemisphäre größer
WAGNER (1864)	Hirngewicht der rechten Hemisphäre größer
THURNAM (1866)	Hirngewicht der rechten Hemisphäre größer
BASTIAN (1866)	Höhere Zellkonzentration in der linken Hemisphäre, spezifisches Gewicht der grauen Substanz linksseitig höher
OGLE (1871)	Bessere Blutversorgung der linken Hemisphäre aufgrund von Größenunterschieden der Carotis-Arterien
BROCA (1875)	Hirngewicht der rechten Hemisphäre größer
BENECKE (1878)	Größerer Umfang der die linke Hemisphäre versorgenden Arteria carotis communis

HESCHL (1878)	Unterschiede in bezug auf die HESCHL'schen Querwindungen: häufiger nur eine vollentwickelte Querwindung in der linken Hemisphäre (vgl. auch: PFEIFER, 1920, 1936; v. ECONOMO und HORN, 1930; CRINIS, 1934)
EBERSTALLER (1884)	Fissura cerebri lateralis in der linken Hemisphäre länger
BRAUNE (1891)	Hirngewicht der rechten Hemisphäre größer, Gewicht des linken Cerebellum größer
CUNNINGHAM (1892)	Okzipitaler und parietaler Teil des Sulcus intraparietalis in der rechten Hemisphäre häufiger miteinander verschmolzen als in der linken Hemisphäre
WEINBERG (1905)	Teilweise Verdoppelung des Sulcus cinguli in der linken Hemisphäre häufiger als in der rechten Hemisphäre
ARESU (1914)	Volumen der grauen Hirnsubstanz linksseitig größer
SMITH (1927)	Sulcus lunatus in der linken Hemisphäre tiefer
WEIL (1929)	Keine Unterschiede hinsichtlich der planimetrischen Messung der Oberflächen der beiden Hemisphären
HOADLEY und PEARSON (1929)	Rechtsseitige innere Schädelweite größer
LUDWIG (1932)	Differenzierterer Furchenverlauf und kompliziertere Feinarchitektur der dominanten Hemisphäre
KODAMA (1934)	Linke Insula größer
SCHULZE (1960, 1962 a, b)	Griseum der linken Hemisphäre etwas größere Volumenzelldichte, ansonsten keine cytoarchitektonischen Unterschiede zwischen den Hemisphären im Gebiet des Supramarginalis und Angularis (vgl. LEISCHNER, 1963)
SEMMES et al. (1960); SEMMES (1968); DE RENZI und FAGLIONI (1967)	Fokalere Repräsentation von einander ähnlichen Funktionen in der linken Hemisphäre gegenüber diffuserer Repräsentation unähnlicher Einzelfunktionen in der rechten Hemisphäre

INGVAR und RISBERG (1967); OLESEN (1971) Fokale Erhöhung der Blutversorgung in spezifischen Hirnbereichen bei Aktivierung der dort repräsentierten Funktionen

Mc RAE et al. (1968) Bei Ungleichheit der okzipitalen Hörner das linke Horn bei Rechtshändern gewöhnlich größer, bei Linkshändern keine klare Tendenz (Untersuchung mit Hilfe von Pneumenzephalographien)

GESCHWIND und LEVITSKY (1968) Temporallappendifferenzen: Planum temporale linksseitig häufiger größer sowie länger

CARMON und GOMBUS (1970) Bei Rechtshändern der Druck in der rechten, bei Linkshändern in der linken Arteria ophthalmica höher

In seiner Zusammenfassung zur Übersicht von v. BONIN (1962) schreibt ULLMANN (1974): "Er erkennt Beziehungen zu Untersuchungsergebnissen von O. EBERSTALLER (1884), D. J. CUNNINGHAM (1892), K. KODAMA (1934), G. RETZIUS (1896, 1902), R. WEINBERG (1905), C. v. ECONOMO und Horn (1930), J. C. WEN (1933) und R. Pfeifer (1936), welche besagen, daß die linke Fissura Sylvii etwas länger, die angrenzende Insula sowohl etwas höher als auch länger, der Sulcus cinguli auf der linken Seite öfters verdoppelt auftritt und die Fissura calcarina links häufiger als rechts eine Krümmung besitzt. Das etwas höhere spezifische Gewicht der linken Hemisphäre scheint einer stärkeren morphologischen Differenzierung zu entsprechen." Von Bedeutung ist weiter die Untersuchung von GESCHWIND und LEVITSKY (1968), da das Planum temporale, der Bereich hinter dem HESCHL'schen Gyrus, Anteile der WERNICKE'schen Region enthält. Entsprechend betont LEISCHNER (1963), daß gerade das von SCHULZE untersuchte Gebiet für die Aphasien von besonderer Bedeutung ist. Trotz dieser sich andeutenden Beziehungen zwischen strukturellen Untersuchungen stellt v. BONIN (1962) abschließend zu seinem Überblick fest, daß die gefundenen Ergebnisse insgesamt keinen ausreichenden Beitrag leisten können zur Erklärung

funktionaler Hemisphärendifferenzen.

Für diese Beurteilung können die folgenden Gründe angeführt werden: zunächst wurde offensichtlich zu sehr versucht, im Rahmen des älteren Konzeptes einer Hemisphärendominanz mit allgemeiner unilateraler Führungsrolle entsprechend globale Unterschiede zwischen den Hemisphären zu finden. In bezug auf die heutigen Erkenntnisse zur Komplexität der funktionalen Spezialisierung erscheinen solche Versuche zur Erklärung von differenziertesten Arbeitsteilungen zwischen den Hemisphären wenig sinnvoll, wobei diese Kritik z. T. auch auf solche Untersuchungen auszudehnen ist, die Vergleiche zwischen begrenzteren, korrespondierenden Gebieten der Hemisphären durchführten. Zudem gilt für den globalen wie auch meist für den regional begrenzten Untersuchungsansatz, daß kaum Aussagen darüber gemacht werden können, wie diese gefundenen Differenzen struktureller Art theoretisch sinnvoll zu funktionalen Hemisphärenspezialisierungen in Beziehung zu bringen sind. Vor allen Dingen sind weiter oft genug die Untersuchungsergebnisse selbst umstritten und widersprüchlich, die gefundenen Differenzen häufig sehr gering und halten überdies einer Überprüfung - hinsichtlich Untersuchungsmethode, Probandenzahl, statistischer Absicherung u. a. - meist nicht stand.

Aus dieser Kritik müssen z. T. allerdings die Arbeiten von z. B. GESCHWIND und LEVITSKY (1968), SEMMES (1968), RISBERG und INGVAR (1968) sowie OLESEN (1971) ausgeklammert werden.

Aufgrund des Zusammenhanges mit dem Bereich der sensorischen Sprachregion könnten die von GESCHWIND und LEVITSKY gefundenen anatomischen Unterschiede als Grundlage der funktionalen Hemisphärenspezialisierung angesehen werden. GESCHWIND (1970) zitiert in diesem Zusammenhang eine Untersuchung von WADA (1969), der zeigen konnte, daß vergleichbare Hemisphärenunterschiede in

bezug auf die von GESCHWIND und LEVITSKY untersuchte Region schon zur Zeit der Geburt bestehen (ebenso WITELSON und PALLIE, 1973; vgl. auch TESZNER et al., 1972). Neben der Möglichkeit, daß die gefundenen Differenzen im Planum temporale die Grundlage für die funktionale Dominanz im Sprachbereich bedeuten können, sehen BENSON und GESCHWIND (1968) als weitere mögliche Erklärung an, daß die gefundenen Differenzen gegenüber einem anderen Faktor, der die Dominanz bestimmt, als sekundär zu betrachten sind. Keine dieser beiden Hypothesen kann heute allerdings verifiziert werden. Nach BENEDETTI (1971) würden im übrigen die anatomischen Untersuchungen von v. ECONOMO, HORN und GESCHWIND nahelegen, "daß beim Menschen im Gegensatz zum Tier sogenannte intermodale Assoziationen möglich sind. Beim Menschen geschieht deshalb das, was Ettlinger beim Affen nicht nachweisen konnte - nämlich der Transfer einer auf visuellem Gebiet erlernten Diskrimination auf ein anderes sensorisches Gebiet." BENEDETTI führt weiter aus, daß Sprache erst möglich ist durch die menschliche Fähigkeit, intermodale Assoziationen zu bilden: "Das Tier kann diese Assoziationen deshalb nicht formen, weil sie von der erst beim Menschen ausgeprägten Entwicklung des Gyrus angularis abhängen. Es ist daran zu erinnern, daß der Gyrus angularis in der Kreuzung von visuellen, akustischen, hautsensorischen Assoziationen liegt und sich deshalb gut als intermodale assoziative Gegend eignet. Der Gyrus angularis ist die beim Menschen im Vergleich zum Tier am meisten entwickelte neurale Gegend."

SEMMES (1968) wirft die Frage auf, inwieweit unterschiedlichste Funktionen identische neurale Substrate besitzen können und entwickelte so (im Zusammenhang mit den Arbeiten von SEMMES, 1965; SEMMES et al., 1960, 1963; WEINSTEIN et al., 1956) ihre Theorie der unterschiedlichen - fokalen vs diffusen - Repräsentation von elementaren psychischen Funktionen in den beiden

Hemisphären. SEMMES (1968) geht davon aus, daß spezifische elementare Funktionen zwar in beiden Hemisphären repräsentiert sind, dabei jedoch in der linken Hemisphäre eine fokale Organisation besteht gegenüber einer diffusen Repräsentation in der rechten Hemisphäre. Weiter nimmt die Autorin an, daß die fokale Repräsentation von elementaren Funktionen in der linken Hemisphäre die Integration von einander ähnlichen Funktionen erleichtert, z. B. denen bei komplizierten, eine genaue sensumotorische Kontrolle erfordernden manuell- und sprachmotorischen Handlungen. Demgegenüber würde die diffuse Repräsentation elementarer Funktionen in der rechten Hemisphäre die Integration von sehr unterschiedlichen, heteromodalen Funktionen erleichtern, z. B. der bei räumlichen Wahrnehmungs- und Orientierungsprozessen beteiligten multimodalen visuellen, akustischen, kinästhetischen und vestibularen Funktionen.

So ergab sich z. B. in bezug auf die Somatosensibilität (SEMMES, 1968; SEMMES et al., 1960), daß Schädigungen der linken Hemisphäre, die zu Störungen der taktilen Wahrnehmung (Berührungsempfindung, Zwei-Punkt-Diskrimination) führten, umschriebener und räumlich begrenzter waren als Läsionen der rechten Hemisphäre mit Gefühlsbeeinträchtigungen der linken Hand. Aufgrund der Daten von Schußverletzten wurde angenommen, daß die linke Hemisphäre eine bedeutendere Rolle spielt in bezug auf die ipsilaterale taktile Wahrnehmung. Diese Annahme konnte allerdings von BOLL (1974) nicht bestätigt werden: seine Befunde sprechen für eine führende Rolle der rechten Hemisphäre für die taktile Wahrnehmung beider Körperseiten (vgl. auch WEINSTEIN und SERSEN, 1961 sowie GHENT, 1961).
Aus dem o. a. Ansatz leitet SEMMES (1968) weiter ab, daß in der fokal-organisierten Hemisphäre auch minimale Schädigungen bei entsprechender Lage Funktionsausfälle bewirken können, während in der diffus-organisierten rechten Hemisphäre eine vergleichbare minimale Schädigung

keinen oder kaum einen Effekt auslösen könnte. Bei elementaren Funktionen, gekoppelt mit nur relativ begrenzten Schädigungen, würde dann aufgrund der beobachteten klinischen Ausfälle und Störungen die fokal-organisierte Hemisphäre als dominant angesehen werden. Demgegenüber würde bei der Betrachtung von komplexerem Verhalten mit erforderlicher Integration verschiedener, weitgehend voneinander unabhängiger Funktionen die diffus-organisierte Hemisphäre als dominant angesehen werden müssen, und zwar aus folgenden Gründen: Schädigungen auch unterschiedlicher Lokalisation in der fokal-organisierten Hemisphäre können jeweils eine Funktion ohne Auswirkung auf andere beeinträchtigen, während Schädigungen in der diffus-organisierten Hemisphäre bei entsprechender Ausbreitung mehrere Funktionen unterschiedlichster Modalität gleichzeitig betreffen können. Aufgrund solcher klinischer Ausfallserscheinungen können von daher leicht Fehlschlüsse entstehen in hinblick auf eine 'Pseudo-Dominanz' einer der Hemisphären bzw. ihrer funktionalen Spezialisierung.

Zur Erklärung funktionaler Hemisphärendifferenzen nimmt SEMMES (1968; vgl. auch SEMMES et al., 1960) einmal eine phylo-genetische Entwicklung zur fokaleren Repräsentation von Funktionen an, zum anderen eine parallele - eher ontogenetische - Entwicklung zwischen der Organisation der Sprache sowie der lateralisierten Organisation sensumotorischer Funktionen (letztere auch bezüglich der Bevorzugung des rechtshändigen Schreibens).

Die dargestellte Theorie unterschiedlicher räumlicher Repräsentation von psychischen Funktionen ist umstritten und kann noch nicht als verifiziert angesehen werden, es liegt jedoch damit ein weiterführender Ansatz im Rahmen der hier behandelten strukturellen Untersuchungen zur Hemisphärenspezialisierung vor, bei dem theoretisch sinnvolle Bezüge zwischen strukturellen und funktionalen Differenzen hergestellt und überprüft werden können.

Außerdem gilt wohl auch mit ULLMANN (1974), daß die von SEMMES vorgetragenen Annahmen in Übereinstimmung stehen mit einer Vielzahl empirischer Ergebnisse.

Beachtenswert im Zusammenhang mit den ontogenetischen Vorstellungen von SEMMES erscheinen die folgenden Annahmen von LURIA (1965): er geht davon aus, daß gleiche psychische Funktionen in verschiedenen Altersstufen durch unterschiedliche neuropsychologische Prozesse bedingt sind und so entsprechend verschiedene Strukturen beteiligt werden. Daraus ließe sich ableiten und erklären, daß gleichartige Hirnläsionen bei unterschiedlichem Schädigungszeitpunkt im Kindesalter auch zu verschiedenen psychischen Funktionsstörungen führen können, und weiter müssen z. B. Störungen in der Phase des Erlernens von Lesen und Schreiben unterschieden werden von im Erwachsenenalter auftretenden Agraphien und Alexien.

Im Rahmen der Theorie von SEMMES seien noch die folgenden Hinweise aus der Untersuchung von HOMMES und PANHUYSEN (1970) mit der Natrium-Amytal-Technik (vgl. V. Teil, Kap.2) angeführt: danach scheinen nur ausgedehnte Läsionen der rechter Hemisphäre zu dysphasischen Symptomen zu führen (s. auch WEINSTEIN und KELLER, 1963; MARCIE et al., 1965). Weiter fanden die Autoren, daß Dysphasie und Bewußtseinsstörung zwar nach linksseitiger Injektion des Narkosemittels beide lang andauerten, aber auch funktionell voneinander unabhängig schienen. Demgegenüber traten sie nach rechtsseitiger Injektion in geringerem Ausmaß auf, schienen aber funktionell voneinander abhängig. Als Erklärung dieser Unterschiede greifen die Autoren auf die Theorie von SEMMES zurück und führen an: "Consciousness and speech, as far as they are represented in the right hemisphere, would be diffusely represented and therefor affected in the same amount by amytal. A more focal representation of these functions on different loci of the left hemisphere,

would make independent effects of amytal well possible". Die Autoren ergänzen SEMMES weiter dahingehend: für beide Hemisphären gesehen bedeutet Fokalisation der funktionalen Organisation in der linken Hemisphäre gleichzeitig geringere Störbarkeit für Dysphasie und Bewußtsein.

Die Arbeiten in Bezug auf Blutversorgungsänderungen spezifischer Bereiche der grauen und weißen Substanz erschienen dagegen weniger bedeutsam zur strukturellen Erklärung funktionaler Hemisphärenunterschiede, wenn auch von Bedeutung für deren mehr deskriptive Erforschung (HŒDT-RASMUSSEN und SKINHØJ, 1964; HØEDT-RASMUSSEN et al., 1966; RISBERG und INGVAR, 1968; PAULSON et al., 1969; PAULSON, 1970; SIMARD et al., 1971; OLESEN, 1971).

Bei dieser Methode wird nach intra-arterieller Injektion von radioaktivem Xenon die Auswaschung des Isotops mit Hilfe von mehreren Detektoren registriert und so die Blutversorgungsänderung in recht eng umschriebenen Bereichen aufgezeichnet (Überblick zur Theorie und Methodik bei PALVÖLGYI, 1968). OLSEN (1971) ließ Patienten ihre Hand so kräftig wie möglich in einer zeitlichen Frequenz von ein bis zwei Bewegungen pro Sekunde schließen und öffnen und kam zu folgenden Ergebnissen: im contralateralen cortikalen Bereich, in dem die jeweilig aktive Hand repräsentiert ist, erhöht sich die Blutversorgung fokal um 54 Prozent durchschnittlich (in den nicht fokalen, umliegenden Gebieten nur um 11 Prozent). Bei Aktivierung der ipsilateralen Hand trat in der vergleichbaren Hirnregion keine oder nur eine unwesentliche Veränderung auf - daß dabei überhaupt geringfügige fokale Veränderungen auftraten, wird mit transhemisphärischer neuronaler Aktivität erklärt (vgl.: vom Untersuchungsansatz her kam auch SHIBASAKI, 1975, zu unterschiedlichen bewegungsassoziierten zerebralen Potentialen nach spezifischen unilateralen Handbewegungen bei unilateral hirngeschädigten Patienten sowie gesunden Probanden).

Weiter fanden INGVAR und RISBERG (1967) Hinweise darauf, daß auch bei Denkprozessen in spezifischen Bereichen Blutversorgungsänderungen auftraten - auf die Arbeiten von SIMARD et al. (1971), INGVAR et al. (1968) und OBRIST et al. (1970) zur Herabsetzung der Blutversorgung bei präseniler und seniler Demenz sei hingewiesen.

Überblickt man abschließend die angeführten Untersuchungen und Annahmen im Rahmen ihrer Bedeutsamkeit zur Erklärung funktionaler Hemisphärendifferenzierungen, so können sie insgesamt als noch nicht hinreichende Grundlage angesehen werden (vgl. v. BONIN, 1962; GLONING und HOFF, 1969; SUBIRANA, 1969; WITTLING, 1973), wenn auch bedeutsame Ansätze und Hinweise nicht übersehen werden dürfen. In diesem Zusammenhang ist aber auch davon auszugehen, daß die zukünftigen Möglichkeiten struktureller Untersuchungen meist zu negativ beurteilt werden.

Beispielhaft kann hier LEISCHNER (1963) angeführt werden: er unterscheidet zwischen sekundären Hirnfunktionen (ohne eigene cytoarchitektonische Hirnrindenstruktur; ohne scharf umschriebene Lokalisation in einzelnen Windungen; ohne primär und ausschließlich für sie bestimmte Ausführungsorgane; immer ein Erziehungsprodukt der Umwelt) sowie primären Hirnfunktionen (Motorik, Sensibilität, optisches und akustisches System) mit eigenen Ausführungsorganen, eigenen cytoarchitektonisch-typischen Rindenstrukturen, scharf umschriebenen Lokalisationen und autochtonem Erlernen. Sekundäre Hirnfunktionen unterliegen dabei der Dominanz, primäre nicht: "Während bei den primären Hirnfunktionen die Lokalisation ein 'Muß'-Gesetz ist, ist sie bei den sekundären eher ein 'Kann'-Gesetz." Insgesamt hält es LEISCHNER nicht für möglich, mit Hilfe cytoarchitektonischer Untersuchungen bei den sekundären Hirnfunktionen (die der Dominanz-

regel unterliegen) aufgrund von Strukturbesonderheiten einen Schluß auf die Funktionen ziehen zu können.

Die Unterscheidung LEISCHNER's ähnelt im übrigen derjenigen von HOPF (1961, 1967) nach primären Projektionsstätten und "höheren Arealen": in den primären Zentren sind Struktur und Funktion weitgehend genetisch festgelegt, während in den Arealen mit "höheren" Funktionen äußere Einflüsse größere Möglichkeiten haben, prägend zu wirken, nicht zuletzt wegen ihrer langsameren Reifung. So seien die individuellen Unterschiede in der Ausdehnung und feineren Architektur in diesen "höheren" Arealen relativ groß, da diese "höheren" und dementsprechend "spät reifenden" Areale (früher: Assoziationsgebiete) offenbar über die eigentliche Reifungsperiode hinaus noch weiterhin in der Lage seien, neue Verbindungen zu schaffen, welche wiederum von Individuum zu Individuum verschieden sind (vgl. in diesem Zusammenhang auch BENEDETTI, 1971: er faßt die von ihm referierten tierexperimentellen Untersuchungen dahingehend zusammen, daß "nicht nur unser Erleben, sondern die Grundlage unseres Erlebens selber, namentlich die biologische Struktur, psychogenetisch beeinflußt werden kann" - bis hin in feinste biochemische und strukturelle Veränderungen).

Die negative Beurteilung auch zukünftiger Möglichkeiten struktureller Untersuchungen zur Erklärung funktionaler Hemisphärendifferenzen sollte aber auch die bisherigen meist unzureichenden Untersuchungsmethoden in Rechnung stellen, womit die Zukunftsperspektive in diesem Forschungsbereich - neben den angeführten positiven Ansätzen - durchaus nicht zu pessimistisch beurteilt werden sollte . Es gilt hier vergleichbar mit MARTINIUS (1974): "Man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, daß konventionelle Anatomie und Mikroskopie als Methoden nicht geeignet sind, Grundlagen für Funktionsteilungen zu

erfassen, die allenfalls auf molekularer Ebene verankert sind." Es bleibt von daher abzuwarten, ob nicht bisher gefundenen Unterschieden zwischen den Hemisphären (z. B. diejenigen von McRAE et al., 1968 zur Ungleichheit der okzipitalen Hörner) ohne z. Z. erkennbaren Gewinn zur Erklärung funktionaler Hemisphärenspezialisierungen in Zukunft doch im Rahmen einer differenzierteren intra- und interdisziplinären Forschung Bedeutung und Sinn beigemessen werden kann. Ein Rückfall in überalterte Lokalisationstheorien hinsichtlich sogenannter höherer psychischer Funktionen aufgrund zukünftiger struktureller Untersuchungen ist durch solche Annahmen nicht zu erwarten angesichts heutiger dynamischer Vorstellungen von funktionellen Hirnsystemen. Wird dabei mit LURIA (1970) angenommen, daß "sich diese höheren psychischen Prozesse auf die komplizierte Tätigkeit gemeinsam wirkender 'funktionell kombinierter Zentren' des Kortex stützen", so widerspricht dies nicht der Suche nach im weitesten Sinne z.B. unterschiedlichen strukturellen Komponenten bzw. biochemischen Prozessen in so verstandenen - integrativ verschalteten - "Zentren".

2. Ontogenese und Lateralisierung, Effizienzerhöhung und Ökonomisierung

Neben den bisher angesprochenen mehr strukturellen Untersuchungen stellen eine Reihe von Autoren einmal die Effizienzerhöhung und Ökonomisierung der funktionalen - asymmetrischen - Spezialisierung gegenüber einer bilateralen symmetrischen Informationsverarbeitung heraus. Zum anderen wird die funktionale Hemisphärendifferenzierung in Verbindung gesetzt mit der Lateralisierung manuellmotorischer Funktionen bzw. speziell mit dem Erlernen des Schreibens, wobei diese Lateralisierung als umwelt- und/oder anlagebedingt angesehen wird. Dabei ist letztlich festzuhalten, daß zwischen diesen beiden theoretischen Ansätzen häufig Mischformen bestehen und weiter z. T. auf

strukturelle Konzepte zurückgegriffen wird.

WEBER (1904, zit. n. CRITCHLEY, 1962) stellte erstmals den Einfluß des Erlernens der Schreibfähigkeit auf die funktionale Hemisphärenspezialisierung von sprachlichen Prozessen heraus. Aus der Beobachtung, daß bei Kindern und Analphabeten mit Schädigung der linken Hemisphäre keine (bzw. seltener) aphasische Störungen resultieren würden, zog er den Schluß, daß bei diesen Personen noch keine (bzw. eine geringe) Lateralisation der Sprachfunktion erfolgte. GORLITZER v. MUNDY (1957) kommt zu ähnlichen Schlußfolgerungen: "Auf Grund des Ausbleibens einer nennenswerten Sprachstörung nach Läsionen der linken Hemisphäre im Bereich der linken Sprachzentren und mit Rücksicht auf das erhaltene Sprachvermögen nach totalen linksseitigen Hemisphärektomien bei rechtshändigen Kindern wird auf eine paarige Veranlagung der Sprachzentren in beiden Hemisphären geschlossen. Diese paarigen Sprachzentren sind im Kindesalter bis zum Erlernen der Schreibkunst in beiden Hemisphären funktionsfähig und können wahrscheinlich bei Analphabeten auch im Erwachsenenalter funktionsfähig erhalten bleiben". Auch SUCHENWIRTH (1973) ist der Auffassung, "daß das Gehirn des gesunden Menschen innerhalb der biologischen Normalverteilung primär symmetrisch organisiert ist, um schließlich im Laufe des Lebens durch einfache und komplexe Lernvorgänge zur Erreichung bestmöglicher Leistungen zu der funktionellen Asymmetrie zu kommen, die den erwachsenen Menschen auszeichnet." Von daher empfiehlt er zur Erhaltung der paarig veranlagten Sprachzentren und zur Reduzierung von Sprachstörungen nach Hirnläsionen die beidseitige manuelle Betätigung, insbesondere "das Erlernen der Schreibkunst mit beiden Händen." SOVAK (1962) lehnt dagegen eine Erziehung zur Ambidexterie als Atavismus ab, wobei allerdings seine Ablehnung darauf zurückzuführen ist, daß er enge Beziehungen zwischen Stottern, Tics und Neurosen einerseits sowie umerzogener Linkshändigkeit andererseits

vermutet: "Die richtig erzogene Linkshändigkeit mit erhaltener Dominanz stellt den vorteilhaftesten Typus der Lateralität dar."

GLEES (o.J.) empfiehlt ebenfalls zur Vorbeugung intellektueller Verluste nach Verletzungen oder Blutungen der dominanten Hirnhälfte eine systematische Übung beider Hände, und BENTON (1965) hält einen Wechsel der Dominanzverhältnisse zwischen den Hemisphären z. B. nach Armamputationen für möglich, aber auch nach Umerziehung von Links- auf Rechtshändigkeit aufgrund des soziokulturellen Druckes. Theoretisch hält GAZZANIGA (1967) es schließlich für möglich, daß eine Trennung der Hemisphären (Hirn-Bisektion) bei sehr jungen Personen die unabhängige Entwicklung von geistigen Funktionen in beiden Hemisphären herbeiführen würde, und zwar von einer so hohen Ordnung, wie sie sonst nur für die linke Hemisphäre bei normalen Individuen auftritt.

BOGEN und BOGEN (1969) nehmen dagegen an, daß die funktionale Differenzierung der Hemisphären auch dort auftreten würde, wo die Praxis des Schreibenlernens und Erfahrungen des Sprechens nicht erfolgten. So ergaben auch tierexperimentelle Untersuchungen einmal Hinweise auf funktionale Hemisphärendifferenzen bezüglich visueller und taktiler Diskriminationsaufgaben, zum anderen auch auf Handpräferenzen, wenn auch insgesamt noch keine klare Beziehung für die Phylogenese zwischen motorischer Lateralisierung und funktionaler Hemisphärenspezialisierung angenommen werden kann und außerdem z. B. unterschiedliche Handpräferenzen zwischen den Tieren einer Art gefunden wurden (s. insgesamt: COLLINS, 1968; GAZZANIGA, 1963; ROBINSON und VONEIDA, 1973; ETTLINGER et al., 1968; ETTLINGER und DAWSON, 1969; GAUTRIN und ETTLINGER, 1970; ETTLINGER und MOFFET, 1964; BURES et al., 1958; HECAEN und AJURIAGUERRA, 1964; HECAEN, 1969; LEHMAN, 1970; WARREN, 1958; WARREN et al., 1967; WEBSTER, 1972; BECK und BARTON, 1972; SUBIRANA, 1964; PETERSON, 1951; PETERSON und McGIBONEY, 1951; PIERCY, 1964; COLE, 1957;

COLE und GLEES, 1952, 1955; CERNACEK, 1964; PETERSON und GUCKER, 1959). Erwähnt werden müssen in diesem Zusammenhang auch die Arbeiten von TURKEWITZ et al. (1966, 1965, 1969) sowie SIQUELAND (1964) mit Hinweisen auf Hemisphärenspezialisierungen bei Neugeborenen (vgl. auch KOTLAREK, 1973 zum häufig unterschätzten funktionalen Reifegrad der Hirnrinde des Neugeborenen).

Von BRAIN (1945) wird die Händigkeit als integraler Bestandteil der höheren - zentralisierten - Aktivitäten der dominanten Hemisphäre begriffen (vgl. SEIDEL, 1971). Der Autor geht davon aus, daß die elementare Vokalisation von subkortikalen Zentren gesteuert wird, die direkte Verbindungen zu Muskeln der Vokalisation unterhalten (Vokalisation in dem Sinne,wie sie sich z. B. beim Säugling oder Hirngeschädigten findet mit unwillkürlichem Lachen oder Schreien). Diese relativ einfachen Reaktionen könnten auf symmetrischen und bilateralen Bahnen erfolgen. Im Gegensatz dazu würde die Sprache eine präzise Integration verschiedenster muskulärer Ausführungsorgane (Lippen, Zunge usw.) voraussetzen, eine Leistung, die die Kontrolle eines höheren Zentrums über die motorische Rinde beider Hemisphären erfordern würde: "Speech, in other words, necessiates a Broca's area." Da weiter die sprachdominante Hemisphäre auch für andere geistige Funktionen dominant ist, erhält diejenige Hand, die nahe diesem Zentrum repräsentiert ist und dessen Funktionen zum Ausdruck bringt, auch den Vorrang: "It is the dominant hand which converts thought into symbols and writings." Die Frage, warum gerade die linke Hemisphäre in so hohem Prozentsatz dominant ist, wird mit einem dominanten Erbgang für Linksseitigkeit beantwortet (vgl. auch GOODGLASS und QUADFASEL, 1954).

GAZZANIGA (1970) nimmt an, daß das Kleinkind bis zum dritten Lebensjahr noch nicht über ein funktionsfähiges Kommissurensystem verfügt und in dieser Hinsicht einem Zustand nach operativer Durchtrennung des Corpus callosum entspricht (vgl. HEWITT, 1962; LANGWORTHY, 1933; CONEL,

1959, 1941 zur Entwicklung des Corpus callosum sowie zur Myelinisierung und Funktionsfähigkeit von Nervenfasern, auf deren Arbeiten sich GAZZANIGA stützt).
GAZZANIGA (1963) und TREVARTHEN (1962) haben nun in tierexperimentellen Untersuchungen (Bisektion bei Affen) folgende Stützung ihrer Annahmen gefunden: bei Beschränkung der motorischen Reaktion auf nur eine Hand in visuellen Diskriminationsaufgaben mit beiden Augen werden Engramme überwiegend in der contra-lateralen Hemisphäre niedergelegt, in der Hemisphäre also, in der die beteiligte Hand repräsentiert ist (s. hierzu die sehr vorsichtigen Interpretationen von HAMILTON et al., 1974). Übertragen auf die Ontogenese des Kindes sieht GAZZANIGA eine häufigere Betätigung des Kindes mit der rechten Hand, was einer Niederlegung der dabei auftretenden Engramme bzw. Reize in der linken Hemisphäre entspricht. Zwar würden auch Engramme in der rechten Hemisphäre niedergelegt werden, jedoch ist aufgrund des geringeren Gebrauchs der linken Hand die rechte Hemisphäre auch nach Ausbildung des interhemisphärischen Kommissurensystems der linken unterlegen (mit der Zusatzannahme, daß die rechte Hemisphäre inhibiert wird).

KOVAC und HORKOVIC (1966) gehen davon aus, daß die Sprachfunktionen ursprünglich bilateral repräsentiert sind und stützen sich dabei auf die Beobachtung, daß bei Kindern Störungen der Sprache durch linksseitige Hirnschädigung reversibel sind infolge Übernahme der Funktionen durch die rechte Hemisphäre. Erst im Verlauf der ontogenetischen Entwicklung vollzieht sich allmählich die funktionale Spezialisierung der Hemisphären bei gleichzeitiger Hemmung der nicht dominanten Hemisphäre, wobei insbesondere diejenigen Funktionen einer Dominanzausprägung unterliegen, die wesentlich sind zur Anpassung des Menschen an seine Umwelt (vgl. auch ULLMANN, 1974 zu ontogenetischen Konzepten der Lateralität auf der Basis des Anpassungsverhaltens).

MARTINIUS (1974) hält es dabei für "immerhin denkbar, daß eine lokalisatorische Teilung um so früher und eindeutiger zu geschehen hat, je komplexer und 'höher' die zu entwickelnde Funktion ist." SUBIRANA (1964) sieht die phylo- und ontogenetische Entwicklung der menschlichen Kommunikationsfähigkeit in Abhängigkeit von der Reifung des menschlichen Gehirns, und der Grad der zerebralen Dominanz wie auch Handbevorzugung seien Zeichen für diese psychomotorische Reifung. Die enge Beziehung zwischen zerebraler Dominanz- sowie Händigkeitsausprägung wird u. a. auch damit begründet, daß Entwicklungsverzögerungen im Spracherwerb mit anderen Symptomen mangelnder zerebraler Reife einhergehen, z. B. verzögerter oder unvollständig ausgeprägter Lateralität. Mit GOODGLASS und QUADFASEL (1954) werden aber gekreuzte oder linksseitige Auge-Hand-Bevorzugungen nicht als primäre Ursachen von Störungen des Spracherwerbs angesehen, und die letztgenannten Autoren zitieren in diesem Zusammenhang BRAIN (1945): "anomaly of handedness is a symptom and not the cause of the disorder underlying the congenital aphasias". Entsprechend nehmen auch BENSON und GESCHWIND (1968) an, daß Hirnschädigungen sowohl z. B. Sprachstörungen wie auch eine erhöhte Anzahl von Linkshändern bewirken. BELMONT und BIRCH (1963) vertreten weiter die Meinung, daß Lesestörungen und spezifische Lateralisierungen unabhängige Manifestationen der zugrundeliegenden neurologischen Organisation seien.

ROBERTS (o. J., zit. n. GLONING et al., 1954) nimmt ebenfalls eine zunächst bilaterale Anlage der Sprachfunktionen an. Für die weitere Entwicklung geht er davon aus, daß die Aussendung der Sprachimpulse nur von einer Seite erfolge bei gleichzeitiger Hemmung eines primitiven Sprachzentrums der Gegenseite. Schreib-

training auf der falschen Seite (das die schwächere Hemisphäre zur dominanten zu machen trachtet) würde diese hemmenden Impulse stören und aufgrund der Interferenz der Impulse beider Hemisphären zum Stottern führen. ROBERTS (1951) hält im übrigen ein subkortikales Zentrum für Sprachintegration für möglich: normales Sprechen sei nur erreichbar über die Interaktion von Broca's Zentrum sowie bestimmter parietaler und temporaler Regionen mit diesem subkortikalen Zentrum.

LEVY-AGRESTI und SPERRY (1968), LEVY (1969) und SPERRY (1971) gehen von verschiedenen Arten der Informationsverarbeitung der Hemisphären aus: der analytische, sequentielle Verarbeitungsmodus der linken Hemisphäre würde dabei für die Informationsverarbeitung verbaler Reize, der synthetische Verarbeitungsmodus der rechten Hemisphäre für die Verarbeitung nicht-verbaler Prozesse am besten geeignet sein. In diesem Zusammenhang gehen GALIN und ORNSTEIN (1972) in bezug auf die Interaktion zwischen kognitiven Systemen (z. B. verbal vs wahrnehmungsorganisatorisch) davon aus, daß bei den meisten 'gewöhnlichen' Aktivitäten mehr zwischen kognitiven Verarbeitungsmodi gewechselt wird als daß sie integriert werden: "These modes complement each other but do not readily substitute for each other. For example, although it is possible to process complex spatial relationships in words, it seems much more efficient to use visual-kinesthetic images. Consider what most people do when asked to describe a spiral staircase; they begin using words, but quickly fall back on gesturing with a finger. Processing in the inappropriate cognitive system may not only be inefficient; it may actually interfere with processing in the appropriate system. Levy and Sperry (1968) and Levy (1969) have proposed that verbal and non-verbal functions evolved in opposite hemispheres in order to reduce the interference of one system with the other (Brooks, 1970)."

LEVY (1969) nahm dabei an, daß die Verarbeitung verbaler wie auch nicht-verbaler Informationen in der gleichen Hemisphäre zu Beeinträchtigungen entweder einer oder beider dieser kognitiven Fähigkeiten führen würde im Gegensatz zum Fall der getrennten Verarbeitung der beiden Funktionsbereiche bei funktionaler Hemisphärenspezialisierung (vgl. LEVY-AGRESTI und SPERRY, 1968; "These findings suggest that a possible reason for cerebral lateralization in man is basic incompatibility of language functions on the one hand and synthetic perceptual functions on the other"). So erreichten auch Linkshänder in einer Reihe von nicht-verbalen Aufgaben schlechtere Leistungen als Rechtshänder entsprechend der Hypothese von Konkurrenzwirkungen nach LEVY: unter Linkshändern tritt häufiger rechtshemisphärische Sprachdominanz auf als unter Rechtshändern, und es wird weiter angenommen, daß bei Rechts- wie Linkshändern eine rechtshemisphärische Dominanz für nicht-verbale Funktionen besteht (siehe die Untersuchungen von MILLER, 1971; NEBES, 1971; SILVERMAN et al., 1966) - in bezug auf Sprachfunktionen fanden sich keine Unterschiede zwischen Händigkeitsgruppen (LEVY, 1969; MILLER, 1971). Weiter fanden HECAEN und ANGELERGUES (1962) bei linksseitig hirngeschädigten Patienten häufiger spezifische Formen von Agnosien und Apraxien, wenn die Patienten Linkshänder waren, und rechtshemisphärische Sprachdominanz bei Patienten mit früher linksseitiger Hirnschädigung korrelierte mit Beeinträchtigung nicht-verbaler Funktionen (MUNZ und TOLOR, 1955; MILNER, 1969). Mc GONE und DAVIDSON (1973) erfaßten die Dominanzverhältnisse mit dem Dichotic-Listening-Verfahren sowie Tachistoskop-Untersuchungen (s. Teil V, Kap. 8 und 9): in bezug auf die räumliche Wahrnehmung waren insbesondere bei Frauen und bei Linkshändern mit - aufgrund des Dichotic-Listening-Verfahrens - rechtshemisphärischer Sprachdominanz die schlechtesten Leistungen zu beobachten. In bezug auf das Tachistoskop-Verfahren ergaben sich nur geringfügige, wenn auch entsprechende Tendenzen ohne Signifikanz.

HESS (1962) hält die Notwendigkeit zur Optimierung durch funktionale Spezialisierung insbesondere bei komplexen, differenzierte Integration erfordernden Prozessen für gegeben: zeitliche und qualitative Effizienzverluste bei interhemisphärischer Übertragung würden durch unilaterale Repräsentation und Informationsverarbeitung umgangen.

In bezug auf Theorien zur Effizienzerhöhung und Ökonomisierung bei funktionalen Hemisphärenasymmetrien ist kritisch anzumerken, daß sprachliche und motorische (und damit extrem lateralisierte) Funktionen störbar sind nach Läsionen der untergeordneten, nicht dominanten Hemisphäre, so daß davon ausgegangen werden muß, daß die integrative Verarbeitung dieser Funktionen durch beide Hemisphären effizienter sein kann als die isolierte Verarbeitung durch eine Hemisphäre (vgl. WITTLING, 1973). Anzuführen ist hier auch die Arbeit von BANNATYNE und WICHIARAJOTE (1969; zit. n. KIPHARD, 1971): danach scheinen Körperbalance und Beidhandgeschick in hohem Ausmaß die Interaktion zwischen den beiden Hirnhemisphären zu fordern, und weiter ergaben sich Hinweise darauf, daß Augen-Körper-Koordination und Augen-Beidhand-Koordination mit der Intelligenz, z. B. bei der Rechtschreibung von Kindern korrelieren. BÜRGER (1929) konstatiert dabei im erweiterten Zusammenhang, daß Höherdifferenzierung (in bezug auf Dominanzausprägungen) auch Einschränkung und Einengung bedeutet: "Die Möglichkeiten, die das Kind noch hat, die rechte und linke Hand z. B. gleich gut zu verwenden, hat der Erwachsene nicht mehr. ... Man denke an die fast unbegrenzte Möglichkeit der voneinander unabhängigen Bulbusbewegungen beim Kinde; an die Herausschälung eines festen Bewegungsgesamts aus dem kindlichen Bewegungsluxus; an die Fähigkeit des Kindes, neue Sprachen zu übernehmen usw." Auch geben Untersuchungen weiter Hinweise darauf, daß Aufteilungen der Informationen auf beide Hemisphären durchaus zu einer zeitlichen und qualitativen Leistungsverbesserung gegenüber unilateraler Reizverarbeitung führen können, wobei ggf. die Begrenzung der Verarbeitungskapazität einer Hemisphäre eine

Rolle spielt (vgl. DIMOND und BEAUMONT, 1972; KLATZKY und ATKINSON, 1971; KLATZKY, 1972; DAVIS und SCHMIT, 1971; DIMOND, 1971, 1970). Andererseits zeigen die Untersuchungen von LORDAHL et al. (1965), DIMOND (1969) und DIMOND et al. (1972) auch die Möglichkeit von Informationsverlusten bei transcallosaler Übertragung auf. Weiter kann auch angenommen werden, daß Informationsverarbeitungen durch beide Hemisphären zu verzögerten Reaktionen oder Antworten führen können aufgrund der zu erfolgenden integrativen Prozesse zwischen Hemisphären vor einer optimalen Reizbeantwortung.

In bezug auf die von vielen gesehene sehr enge Beziehung zwischen motorischen Lateralisierungen (insbesondere Schreibleistung) und funktionaler Hemisphärenspezialisierung (insbesondere sprachliche Faktoren) kann nicht auf eindeutige Untersuchungsergebnisse zurückgegriffen werden, wenn sich auch häufig Beziehungen aufweisen lassen (vgl. auch Teil V, Kap. 8 und 9 sowie Teil VI, Kap. 2; zur Problematik der Händigkeitsbestimmung s. Teil II, Kap. 2). Ein kausaler Zusammenhang kann aufgrund vorliegender Ergebnisse nicht angenommen werden, eine mehr oder weniger parallele Entwicklung ohne direkte Abhängigkeit zwischen genetischen oder lernbedingten Lateralisierungsausprägungen der Hemisphären und Hände kann ebenso zutreffen.

So können auch die folgenden Möglichkeiten der Beziehungen zwischen Händigkeit und sprachdominanter Hemisphäre nach ULLMANN (1974) im Rahmen der heutigen Forschung weder verifiziert noch falsifiziert werden, wobei allerdings Punkt 4) als am wenigsten wahrscheinlich anzusehen ist:

" 1) Durch den Gebrauch der rechten Hand wird die linke Hemisphäre sprachdominant.

2) Die Sprachdominanz der linken Hemisphäre stellt den Grund für die Rechtshändigkeit dar.

3) Rechtshändigkeit und Sprachdominanz der linken Hemisphäre stehen zwar miteinander in Beziehung, sind aber beide einer dritten Größe oder mehreren unbekannten Faktoren zuzuordnen.
4) Zerebrale Repräsentation der Händigkeit und zerebrale Sprachdominanz stehen in keiner Beziehung zueinander."

Abschließend zu diesem III. Teil sei auf die Akzentuierung von SUCHENWIRTH (1972) in bezug auf die Möglichkeiten rehabilitativer Maßnahmen eingegangen: er geht davon aus, daß bei den meisten Menschen keine globale Bevorzugung einer Seite besteht, die reine Seitigkeit sei eher Ausnahme als Regel, und auch eine Hemisphärendominanz in voller Ausprägung würde entsprechend eher Ausnahme als Regel darstellen: "Beide Hemisphären haben vielmehr besondere Aufgaben, bei denen teilweise die eine, teilweise die andere führt. Seitigkeit und speziell Händigkeit sind wohl weitgehend das Ergebnis komplexer Lernvorgänge unter Einfluß soziokultureller Vorgänge. So ist prinzipiell auch ein Umlernen bei entsprechender Konstellation zu erwarten." SUCHENWIRTH führt in diesem Zusammenhang dann Versuche an, bei denen Probanden Brillen mit Prismengläsern trugen, "die zu Veränderungen der Formen, Größe und Bewegungen der gesehenen Dinge führten. Alle senkrechten Kanten erschienen gekrümmt, alles Rechteckige wird rhombisch, beim Blick durch die dicke Prismenseite erscheint alles lang und schmal, beim Blick durch die dünne breit und dick, außerdem scheint sich die ganze gesehene Welt bei jeder Kopf- und Körperbewegung in die Gegenrichtung zu bewegen" (ROHRACHER, 1965). Je nach Ausmaß der durch die Umkehrbrillen bewirkten Diskrepanzen (z. B. scheinen Vertauschungen von rechts nach

links durch Umkehrbrillen zu den längsten Anpassungszeiten zu führen) kommt es meist nach einigen Wochen zu fast vollkommenen Anpassungen, die Versuchspersonen können Radfahren, Schreibmaschine schreiben, Skifahren, tanzen usw. (vgl. KOTTENHOF, 1961; KOHLER, 1951; ERISMANN, 1962).

Nach SUCHENWIRTH (1972) weisen solche Versuche mit Umkehrbrillen auf eine hohe funktionelle Plastizität des Gehirns nach schweren künstlichen Funktionsstörungen auch im Erwachsenenalter hin, die "Ergebnisse ermutigen zu den höchsten Anstrengungen mit Lernübungen beim Ausfall bestimmter Hirnareale. Unsere Möglichkeiten zur Rehabilitation Hirngeschädigter werden zumeist noch nicht sinnvoll ausgeschöpft" (vgl. auch KIPHARD, 1972 zur sensumotorischen Frühdiagnostik und -therapie, CRUICKSHANK, 1973 zu Förderprogrammen bei verhaltensgestörten, hirngeschädigten Kindern, CRICKMAY, 1972 zur interdisziplinären Therapie von Kindern mit zerebralen Bewegungsstörungen, FROSTIG, 1972 zum Wahrnehmungstraining von Kindern sowie SEIDEL und BIESALSKI, 1973 zur Frostig-Therapie bei sprachbehinderten Kindern). Es steht jedenfalls zu befürchten, daß die klinische Praxis erneut in therapeutisch-rehabilitativen Pessimismus verfällt bzw. darin verbleibt, wenn sie spezifische Hirnläsionen mit aufgrund der Ergebnisse neuropsychologischer Forschung zu Hemisphärenspezialisierungen erwarteten Funktionsausfällen als unbehandelbar ansieht. Insbesondere bei frühkindlicher bzw. vor oder während der Geburt erfolgender Hirnschädigung ist aber ganz allgemein nicht so sehr von Funktionsausfällen oder -störungen wie im Erwachsenenalter zu reden, sondern mehr von Beeinträchtigungen des Erlernens bestimmter Leistungen. Gerade bei frühkindlichen Hirnschädigungen ist aufgrund der Plastizität des Organismus bzw. der Kompensationsmöglichkeiten des Gehirns nicht so sehr mit einem irreversiblen Schaden zu rechnen als mit einem verzögerten Erwerb z. B. der Sprachfunktionen: diese Neuorganisation funktioneller Hirnsysteme bedarf dabei möglichst frühzeitiger rehabilitativer Maßnahmen mit

aktivierend-bahnendem Charakter, wie es z. B. in der Therapie von zerebral-paretischen Kindern nach BOBATH zum Ausdruck kommt und bei CRICKMAY (1972) mit Sprachtherapie verbunden wird (vgl. auch SCHMIEDER, 1968 zum Training zerebraler Leistungen nach Hirnschädigung).

Die sowjetische Neuropsychologie stellt in diesem Rahmen wohl die eindeutigsten Beziehungen zwischen theoretischen Annahmen zu funktionalen Hirnsystemen sowie Rehabilitationsmaßnahmen nach Hirnschädigung her: so vertritt z. B. LEONTJEW (1969) die Meinung, daß Störungen von Prozessen nach Läsion bestimmter Hirnareale nicht als Ausfall von Funktionen angesehen werden dürfen, "sondern als Zerfall, als Desintegration der entsprechenden funktionalen Systeme, von denen einige Glieder zerstört sind." Die Wiederherstellung des Systems muß dann zunächst bei der Aufdeckung der Struktur der beschädigten Funktionen beginnen, das ausgefallene Glied muß dann durch ein anderes, erhalten gebliebenes ersetzt werden, um schließlich die Struktur wieder rückzubilden bei allmählicher Automatisierung des Prozeßablaufs. LEONTJEW führt als Beispiel an: "So ist es z. B. möglich, daß nach einer Verletzung der vorderen Abschnitte des Okzipitallappens die elementaren Gesichtsfunktionen erhalten bleiben, aber dennoch die Lesefähigkeit gänzlich verloren geht, wobei eine einfache Übung keine merkliche Beseitigung dieser Störung bewirkt. Deshalb bleibt ein solcher Defekt ohne Anwendung von Spezialverfahren manchmal jahrelang bestehen. Man kann jedoch die verlorengegangene Lesefähigkeit ziemlich schnell wieder herstellen. Zu diesem Zwecke wird das optisch-motorische Glied des betreffenden Systems durch ein manuellmotorisches ersetzt: Der Kranke muß das Lesen neu erlernen, und zwar dadurch, daß er mit der Bleistiftspitze die ihm vorgelegten Buchstaben nachzieht; später folgt dann ein visuelles Nachziehen; nach einiger Zeit interiorisiert sich das System mit dem umgebauten und nunmehr wiederhergestellten Glied, und seine Funktion erhält die Form des gewöhnlichen automatisierten Lesens."

IV. Intra- und interhemisphärische Organisation

Vor einer Darstellung von Untersuchungsergebnissen und -methoden zur funktionalen Differenzierung der Hemisphären muß auf intra- und vor allen Dingen interhemisphärische Verbindungen eingegangen werden. Diese Wechselbeziehungen insbesondere in Hinblick auf die Interaktionsprozesse zwischen den Hemisphären bewirken Integration und Interdependenz, ihre Kenntnis ist notwendig, um Untersuchungen zur funktionalen Spezialisierung bewerten zu können in bezug auf ihre Möglichkeiten, die 'isolierte' Leistungsfähigkeit einer Hemisphäre zu erfassen bzw. Interaktionen zu kontrollieren.

Teilt man das Gehirn - insbesondere aufgrund seiner Entwicklung - zunächst grob ein, so ergibt sich die folgende Übersicht:

I. Vorderhirn (Prosencephalon)	1.) Endhirn (Telencephalon)	a) Hirnmantel (Pallium)
		b) Riechhirn (Rhinencephalon)
		c) Corpus striatum
	2.) Zwischenhirn (Diencephalon)	a) Thalamus und Hypothalamus
		b) Hypophyse Epiphyse
		c) Corpus mamillare
II. Mittelhirn (Mesencephalon)		a) Corpora quadrigemina (Vierhügel)
		b) Tegmentum (Haube)
		c) Pedunculi cerebri (Großhirnschenkel)

III. Rautenhirn (Rhombencephalon)	1.) Hinterhirn (Metencephalon)	a) Kleinhirn (Cerebellum)
		b) Brücke (Pons)
	2.) Nachhirn (Myelencephalon)	Medulla oblongata (verlängertes Rückenmark)

Das Endhirn bzw. hier die beiden Großhirnhemisphären stellen den größten Anteil des Gehirns dar. Makroskopisch unterscheidet man die etwa 4 bis 6 mm dicke Schicht der "grauen" Substanz (Hirnrinde/Kortex) sowie die unter ihr liegende "weiße" subkortikale Substanz - in ersterer spielen sich die eigentlichen, an die Tätigkeit der Synapsen geknüpften zentralen Vorgänge ab, die letztere erfüllt ausschließlich Leitungsaufgaben.

Die Oberfläche der beiden Großhirnhemisphären wird grob nach dorsalen, lateralen, medialen und basalen Teilen aufgegliedert, die Hemisphären sind getrennt durch die Fissura longitudinalis cerebri sowie verbunden durch das Corpus callosum am Boden dieser Hemisphärenspalte. Der Mantelteil (Pallium) jeder Hemisphäre wiederum wird unterteilt nach Stirnlappen (Frontallappen, Lobus frontalis), Scheitellappen (Lobus parietalis), Hinterhauptslappen (Lobus occipitalis) sowie Schläfenlappen (Temporallappen, Lobus temporalis). Diese Einteilung erfolgt aufgrund der auffälligsten Furchen (Fissuren oder Sulci) sowie der Bezeichnung der über den Lappen jeweils liegenden Schädelknochen. Charakteristisch für die Oberfläche des Hirnmantels sind weiter die Windungen (Gyri), die die einzelnen Lappen untergliedern.

Je nach Art und Anordnung der Nervenzellen, der markhaltigen Nervenfasern, der Neuroglia , der Blutgefäße und Neurofibrillen unterscheidet man weiter zwischen cyto-, myelo-, glio-, angio- und fibrilloarchitektonisch unterschiedlichen Arealen, die sich jedoch mit den äußerlich

charakteristischen Furchen und Windungen der Großhirnrinde nicht zu decken brauchen. Die Neuroanatomie hat im Rahmen der topistischen Hirnforschung verschiedenste Hirnkarten entworfen, die aufgrund des Feinbaues der Hirnrinde spezifische Felder abzugrenzen versuchte (am bekanntesten wurde wohl die cytoarchitektonische Hirnkarte von BRODMANN). Der Nachweis der funktionellen Bedeutung solcher cytoarchitektonischen Rindenfelder wurde dann zu erbringen versucht über elektrische Reizungen der Hirnrinde, durch tierexperimentelle Untersuchungen, durch Hirnoperationen und über die Beobachtung und experimentelle Erfassung von neurologischen und psychischen Ausfallserscheinungen oder Störungen bei hirnorganisch geschädigten Patienten und führte dementsprechend zu psycho-physiologisch gedeuteten, die Lokalisation von Funktionen wiedergebenden Hirnkarten (s. z. B. KLEIST, 1934).

In diesem Rahmen werden primäre Rindenzentren (Projektionsfelder) einerseits sowie sekundäre, tertiäre usw. Rindenzentren (sog. Assoziationsgebiete) andererseits unterschieden, letztere den ersteren übergeordnet, sie dienen sog. "höheren" Funktionen bzw. "höheren" Leistungen. Die primären Gebiete sind dabei die während der Ontogenese am frühesten markreifen Bereiche der Hirnrinde.

Unterschieden wird weiter nach motorischen und sensorischen Rindenfeldern, d. h. von den motorischen Arealen gehen die Erregungen zum Bewegungsapparat, während die sensiblen Sinneseindrücke der Peripherie in die sensorischen Felder projiziert werden (jeweils bei Kreuzung der Bahnen): morphologisch ergibt sich eine Trennung dieser Felder durch die Zentralfurche mit den motorischen präzentralen Rindenregionen (Gyrus praecentralis) sowie den postzentralen, sensiblen Regionen des Scheitellappens (Gyrus postcentralis) - eine Trennung, die physiologisch allerdings nicht so klar zu ziehen ist (Literatur zum bisherigen Überblick u. a. BENNINGHOFF-GOERTTLER, 1967; GLEES, 1957; LULLIES, 1966).

Eingeschoben seien hier die von PERRET (1973) angeführten Annahmen zur "intrahemisphärischen Funktionsverteilung". Es wird davon ausgegangen, daß Verhalten als Funktionsfolge von Informationsaufnahme (Sensorik), -integration, -verarbeitung und -beantwortung (Motorik) aufgefaßt werden kann und das "auf jeder Stufe das Gedächtnis aufgrund früherer Informationsspeicherungen einen modulierenden Einfluss ausübt und zudem neue Informationen speichert." Entsprechend der Unterteilung nach Funktionsabfolge könnten verschiedenen kortikalen Arealen spezifische Funktionen grob zugeordnet werden: "Von den sensorischen corticalen Arealen werden die Informationen auf den posterioren (wahrscheinlich vorwiegend parietalen) Cortex zu einer ersten Integration weitergeleitet, wobei Einzelelemente sowohl zeitlich als auch räumlich und in verschiedenen Sinnesmodalitäten zu verarbeitbaren Einheiten zusammengefaßt werden. Auf einer (wahrscheinlich) bereits komplexeren Stufe können die Informationen in den Temporallappen nun verarbeitet werden, das heißt sie können einer Serie von Transformationen unterzogen werden und zudem je nach ihrer Wichtigkeit oder auch entsprechend ihrer Neuigkeit in einen Speicherungsprozess einbezogen werden. Schließlich werden sie den Frontallappen übergeben, wo sie in Hinsicht auf ihre Beantwortung nach aussen nochmals umgeformt und organisiert werden, so daß genaue Befehle an die ausführenden Organe (Motorik im weiten Sinne) abgegeben werden können."

Hirnorganische Läsionen von primären Zentren bedeuten immer auch den Ausfall einer bestimmten Leistung bzw. Funktion, während die Bedeutung sog. höherer Areale sehr viel schwieriger zu erforschen ist und sie nicht der Lokalisation im engeren Sinne unterliegen müssen (GUTTMANN, 1972 schlägt in diesem Zusammenhang vor, den Begriff 'Lokalisation' für die - noch wenigen - Fälle zu reservieren, bei denen Ort und Grenze eines spezifischen Erregungsprozesses auch aus physiologischen Experimenten genau bekannt sind, ansonsten jedoch besser

von 'funktionaler Korrespondenz' zu sprechen). LURIA (1970) verweist auch in bezug auf primäre Felder auf die relative Funktionszuordnung: Untersuchungen mit elektrischer Reizung an ein und demselben Punkt der motorischen Rindenzone erbrachten "unterschiedliche Effekte je nach der angewandten Stromstärke und dem vorangegangenen Zustand des entsprechenden kortikalen Abschnittes." (Vgl. im erweiterten Rahmen auch HAJOS, 1972 im Kap. über "Dynamische Eigenschaften der Sinnessysteme - das Adaptationskonzept in der Psychophysik"). Am bekanntesten sind hier wohl die spezifischen Ausfallserscheinungen nach Läsionen des sekundären motorischen Sprachzentrums (BROCA) sowie des sekundären sensorischen Sprachzentrums (WERNICKE). Das komplexe Zusammenspiel verschiedener - primärer, sekundärer, tertiärer - Zentren bedeutet dabei nicht nur spezifische Funktionsausfälle bei Störung verschiedener Zentren, sondern kann auch eine Substitutionsmöglichkeit beinhalten: '... beim Menschen bestehen zusätzliche Zentren der Motorik, der Sensibilität und der akustischen Perception.' "Diese Zentren sind teils als sekundäre Area den Primärzentren zugeordnet, teils stellen sie Vertretungen homolateraler Körperregionen dar. Sie sind beim Menschen normalerweise nicht in Funktion, werden aber im Bedarfsfall gewisse primitive Aufgaben übernehmen können" (GLONING et al., 1954; zu über die Zentrenlehre hinausführenden Annahmen von funktionellen Hirnsystemen sie z. B. LURIA, 1970).

Vergleichbares gilt für die interhemisphärische Integration einmal durch den Balken (Corpus callosum), zum anderen aber auch über eine Reihe weiterer kleinerer Kommissurensysteme, die relativ begrenzte Hirnbereiche miteinander verbinden (Commissura anterior, habenulorum, hippocampi, posterior sowie Hemisphärenverbindungen über die Massa intermedia,

das Tegentum, das Kleinhirn und die Vierhügelplatte). Einmal stellt sich dabei die Frage der Kompensationsmöglichkeiter unilateraler Läsionen durch die contralaterale Hirnregion, zum anderen gilt mit MARTINIUS (1974): "Die Interaktion beider Hemisphären macht einen Defekt zum Störfaktor über seine anatomische Begrenzung hinaus auch auf der Gegenseite, so daß wir insgesamt veränderte Funktionen messen." Hierin liegen auch die Schwierigkeiten der klinischen Hirnpathologie bei ihrer Methode zur Erforschung funktionaler Hemisphärenasymmetrien, so daß Untersuchungen an Gesunden nicht zu ersetzen sind.

Die Fasern des Balkens verbinden die symmetrischen, homologen Punkte fast aller Hirnbereiche, wobei WITTLING (1973) aufgrund seiner Übersicht zu dem Schluß kommt, daß über diese Verknüpfungen homologer Punkte hinaus "u. U. einige schwächere Verbindungen zwischen heterologen Hirnregionen existieren können, wobei jedoch offensichtlich keine bedeutsamen Verbindungen zwischen solchen Regionen bestehen, die von ihrer funktionalen Spezialisierung her nicht äquivalent sind." In diesem Zusammenhang ist auch festzuhalten, daß nicht alle Pyramidenbahnen kreuzen, so daß eine Hemisphäre von beiden Körperhälften sensible Zuflüsse bekommt und auch motorische Kontrolle auf beide Seiten ausüben kann (GLEES und COLE, 1952 a, b; GLEES, 1962; WYKE, 1966). Nach OBRADOR (1964) sowie SMITH und BURKLAND (1967) scheinen dabei jedoch zur Kontrolle der distalen Gliedmuskulatur (z. B. Hände, Füße) transcallosale Übertragungen notwendig, während axiale und proximale Muskulatur durch ipsilaterale Leitungsbahnen direkt innerviert werden können.

Die Funktion des Balkens ist insbesondere darin zu sehen, Erfahrungen auszutauschen und der nicht dominanten Hemisphäre ein Mitlernen zu ermöglichen; es werden unterschiedlichste Prozesse bzw. Funktionen interhemisphärisch integriert, um so eine einheitliche, synchrone Reaktion des Organismus zu gewährleisten.

Diese Funktionsbestimmung des Balkens ist keineswegs - insbesondere in der älteren Literatur - unumstritten: Hirn-Bisektionen (Split-brain) beim Menschen erbrachten zunächst in einigen Untersuchungen keine spezifischen Ausfälle oder Rückschlüsse auf die Funktion des Balkens. Es handelt sich dabei z. B. um Durchschneidungen des Balkens zur Entfernung tieferliegender Hirntumore oder zur Verhinderung von generalisierten Krämpfen (Ausbreitung epileptischer Krämpfe von einer Hemisphäre zur anderen - vgl. CARPENTER und DRUCKEMILLER, 1953; Van WAGENEN und HERREN, 1940; AKELAITIS, 1943, 1944; AKELAITIS et al., 1942).
Neuere tierexperimentelle Untersuchungen sowie deren Übertragung auf den Menschen (Hirn-Bisektion) erbrachten jedoch den Nachweis für die o. a. Funktionsbestimmung des Corpus callosum (vgl. u. a. SPERRY, 1958, 1962, 1966, 1968, 1970; MYERS, 1961, 1957, 1956; EBNER und MYERS, 1962; MYERS und SPERRY, 1953, 1958; STAMM und SPERRY, 1957; SPERRY et al., 1956; GORDON et al., 1971; NEBES und SPERRY, 1971; KRYNAUW, 1950; GAZZANIGA, 1970; BOGEN, 1969).

Die interhemisphärische Übertragungszeit liegt nach bisher vorliegenden Untersuchungen (vgl. u. a. CERNACEK und PODIVINSKY, 1971; PATTON et al., 1962; ASANUMA und OKUDA, 1962; FILBEY und GAZZANIGA, 1969; DAVIS und SCHMIT , 1971; MURAM und CARMON, 1972) peripher sensorisch evozierter oder cortikal elektrisch evozierter Potentiale sowie manueller Reaktionszeitmessung in einem Zeitraum zwischen 5-20 msek. bei relativ großer Streuung der in den einzelnen Untersuchungen mitgeteilten Daten (von 1msek. bis über 40 msek. bei RUTLEDGE und KENNEDY, 1960). Nach WITTLING (1973) kann aufgrund bisheriger Befunde darauf geschlossen werden, "daß lateralisiert dargebotene Wahrnehmungsinformationen zwar spontan und unmittelbar nach ihrem Eintreffen in einer Hemisphäre zur anderen transferieren, daß aber Informationen, die ausschließlich unilateral gespeichert sind, solange unilateral repräsentiert bleiben, bis sie bei aktuellem

Bedarf und unter aktiver Beteiligung der bislang nicht informierten Hemisphäre an der Steuerung der dabei vorkommenden Verhaltensreaktionen reaktiviert werden" (vgl. GUTTMANN, 1972). Weiter würden nach dieser Übersicht zu interhemisphärischen Übertragungen nicht 'Kopien', sondern 'Analysen' der unilateral wahrgenommenen Reizsituation von einer Hemisphäre zur anderen weitergeleitet.

V. Untersuchungsmethoden und Ergebnisse zur funktionalen Hemisphärenspezialisierung

1. Einleitung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll in diesem V. Teil versucht werden, in einem Überblick verschiedenste Untersuchungsmethoden zur funktionalen Hemisphärendifferenzierung darzustellen und in ihrer Aussagekraft zur Messung funktionaler Hemisphärenasymmetrien kritisch zu untersuchen. In der Tabelle 3 gibt WITTLING (1973) sein"Klassifikationsschema der wichtigsten neuropsychologischen Methoden zur Untersuchung funktionaler Hemisphären-Differenzen " wieder. Nach WITTLING (1973) kommen in diesem Schema zwei Grundprobleme bei Untersuchungen zur funktionalen Hemisphärenspezialisierung zum Ausdruck:

1.) die Schwierigkeiten der Lateralisierung der Informationsdarbietung, da im Normalfall aufgrund der bilateralen zerebralen Repräsentation der Sinnesorgane Reize über direkte Projektionsbahnen in beide Hemisphären gelangen,
2.) die Schwierigkeiten der Kontrolle interhemisphärischer Verbindungen, da auch bei Lateralisierung der Reizdarbietung aufgrund der interhemisphärischen Kommisurensysteme Informationen zwischen den Hemisphären ausgetauscht werden.

Untersuchungsmethoden zur Erforschung funktionaler Hemisphären-Differenzen sind damit wesentlich nach ihren Möglichkeiten zu beurteilen, diesen Grundproblemen Rechnung zu tragen und so den 'hemisphärenspezifischen' Beitrag bei den jeweils untersuchten Funktionen zu erfassen.

Die Problematik der isolierten Stimulation einer der Hemisphären (Lateralisierung der Informationsdarbietung) sei anhand der lateralen visuellen Reizdarbietung demonstriert.

Tab. 3

Übersicht von WITTLING (1973) zu neuropsychologischen Methoden zur Untersuchung funktionaler Hemisphärendifferenzen

	Art und Lateralisation der Stimulation		
	Nicht-lateral. sensorische Stimulation	Lateralisierte sensorische Stimulation	Vorstellungs- und Erlebnisprozesse
Unilaterale Ausschaltung von Hirngewebe a) vollständig b) partiell	Ausschaltungstechniken: Lobektomie, Hirnschädigung, Hemisphärektomie u. a.		
Operative Durchtrennung der interhemisphärischen Kommissurensysteme	Hirn-Bisektion	Hirn-Bisektion	
Kontrolle des Informationsverlaufes durch Messung der interhemisphärischen Übertragungszeit		Laterale Reaktionszeitmessung	
Lateralisierte Ableitung der bioelektrischen Aktivitätskorrelate des Gehirns	Sensorisch evozierte Potentiale	Sensorisch evozierte Potentiale	Evozierte Potentiale Elektroenzephalographie
Keine Kontrolle (Hypothese "Effizienzverlust der Stimulation bei interhemisphärischer Übertragung"	Laterale visuelle Reproduktion, Dichotische Stimulation		

In diesem Zusammenhang scheint eine vorangestellte kurze Darstellung der anatomischen Grundlagen der optischen Wahrnehmung sinnvoll: im Chiasma opticum erfolgt die Kreuzung der

Sehnervenfasern, und zwar kreuzen beim Menschen nur die aus den nasalen Netzhauthälften stammenden Fasern, während die der temporalen Retinahälften ungekreuzt verlaufen. Durch diese Teilkreuzung der Fasciculi optici werden Erregungen identischer Netzhautbezirke in einem Tractus opticus vereinigt und weitergeleitet. Der linke Tractus opticus leitet dabei Erregungen der linken Retinahälften weiter (also linke temporale und rechte nasale Retina entsprechend einer Reizdarbietung in der rechten Gesichtsfeldhälfte), während der rechte Tractus opticus Erregungen der rechten Retinahälften weiterleitet (rechte temporale und linke nasale Retina entsprechend einer Reizdarbietung in der linken Gesichtsfeldhälfte). Die Fasern des Tractus opticus münden in die primären Sehzentren (Corpora geniculata lateralia). Von dort wird die Erregung über die sekundäre Sehbahn (Gratiolet'sche Sehstrahlung) zum optischen Rindenfeld des Okzipitallappens weitergeleitet (Area 17, Area striata). Neben der Verknüpfung mit anderen Rindenfeldern und Assoziationsgebieten besteht dabei weiter eine Kommissurenverbindung zwischen den beiden Rindenzentren über das Splenum corporis callosi, wobei auf diesem Weg eine Synapse eingeschaltet ist, was zu einer Leitungsverzögerung gegenüber dem direkten Weg innerhalb einer Hemisphäre führt (POECK, 1968).

Um nun eine vollständige laterale visuelle Reizdarbietung und weitgehend getrennte Informationsverarbeitung zu erreichen, sind die folgenden Voraussetzungen notwendig:

a) Durchtrennung des Corpus callosum und des Chiasma opticum
b) Reizdarbietung von nur etwa 160 msek., da sonst unwillkürliche Augenbewegungen die unilateral dargebotenen Reize gleichzeitig in beide Hemisphären leiten (vgl. YOUNG, 1963)

c) die dargebotenen Reize müssen außerhalb des Fixationspunktes liegen, da sonst diese in einem umschriebenen zentralen Bereich des Gesichtsfeldes liegenden Reize sich in oder sehr nahe um die Macula lutea abbilden und von dort aus bilateral kortikal repräsentiert sind.

Im Kap. 8 dieses Teiles erfolgt noch eine Darstellung von Untersuchungsergebnissen bei Tachistoskop-Versuchen zur Erforschung funktionaler Hemisphärenspezialisierungen. Der Vorteil dieser Untersuchungen liegt in ihrer Anwendung auch bei gesunden Probanden, der Nachteil in ihrer mangelnden Kontrolle interhemisphärischer Übertragungen, so daß sie streng genommen nur die relativen Hemisphärendifferenzen erfassen. Andererseits kann die Forderung nach vollständiger Kontrolle interhemisphärischer Verbindungen nur durch operative Eingriffe erfolgen, wodurch sich beim Menschen aufgrund der Operationsindikationen sowie der Eingriffsfolgen eine Vielzahl von Interpretationsschwierigkeiten bezüglich der dann erfaßten sogenannten absoluten Hemisphärendifferenzen ergibt.

Die Schwierigkeiten der Untersuchung isolierter Funktionen einer Hemisphäre können im Zusammenhang der Funktionserforschung des Corpus callosum weiter verdeutlicht werden. Frühere Untersuchungen in den vierziger Jahren ergaben keine übereinstimmenden und klaren Ergebnisse zu psychologischen Ausfallserscheinungen nach Hirn-Bisektion beim Menschen. Der darauf sich gründende Fehlschluß einer nur wenig bedeutsamen Funktion des Corpus callosum beruht offensichtlich einmal auf der mangelhaften Durchtrennung der interhemisphärischen Verbindungen, zum anderen auf der mangelhaften Untersuchungstechnik zur Vermeidung bilateraler Weiterleitung der Information in beide

Hemisphären. Um interhemisphärische Verbindungen völlig auszuschalten, wurden dann zunächst im Rahmen tierexperimenteller Arbeiten neben dem Corpus callosum auch weitere interhemisphärische Kommissurensysteme sowie das Chiasma opticum durchtrennt. Dadurch wurde erreicht, daß im linken oder rechten Gesichtsfeld dargebotene Reize entsprechend der Darbietung isoliert in der rechten oder linken Hemisphäre verarbeitet wurden. Da beim Menschen zu Forschungszwecken sich die Durchtrennung des Chiasma opticum verbietet, wurde - ausgehend von dem berühmt gewordenen Fall von BOGEN und VOGEL (1962) - dann immer häufiger die oben beschriebene Methode der lateralen visuellen Reizdarbietung bei Patienten nach Hirn-Bisektion verwendet. Bei bestehen bleibender Kreuzung der aus den nasalen Netzhauthälften stammenden Fasern im Chiasma opticum kann dann - bei entsprechend kurzfristiger Darbietung mit Hilfe eines Tachistoskops und einem Mindestabstand von etwa 2,5 Grad vom Fixationspunkt - bei Hirn-Bisektion im Humanversuch darauf geschlossen werden, daß eine Reizdarbietung im rechten Gesichtsfeld in der linken Hemisphäre verarbeitet wird und entsprechend Reize der linken Gesichtsfeldhälfte in die rechte Hemisphäre geleitet werden. Aufgrund des operativen Eingriffes kann dann eine isolierte Reizverarbeitung in einer der beiden Hemisphären als weitgehend sicher angenommen werden. Interpretationsschwierigkeiten können sich aber z. B. daraus ergeben, daß aufgrund der schon länger bestehenden Hirnschädigung Funktionsübernahmen durch die nicht geschädigte Hemisphäre erfolgten.

2. Ausschaltungstechniken

Die Ausschaltungstechniken (vgl. GUTTMANN, 1972) beinhalten mehr oder weniger vollständige oder partielle Ausschaltungen von Hirngewebe, sei es infolge operativer Eingriffe (Lobektomie, Hemisphärektomie), chemischer Funktionsblockierung oder auch angeborener oder erworbener unilateraler Hirnläsionen unterschiedlichster - traumatischer, entzündlicher, degenerativer usw. -

Ätiologie. Vollständige Ausschaltungstechniken führen zur Ausschaltung einer gesamten Hemisphäre (Hemisphärektomie, chemische - reversible - Funktionsblockierung), während bei den partiellen Ausschaltungstechniken mehr oder weniger große Bereiche einer Hemisphäre ausgeschaltet sind.

GUTTMANN (1972)gliedert die Ausschaltungstechniken wie folgt:

1. Die angeborene oder erworbene Läsion
2. Die experimentelle Läsion, z. B.
   a) Entfernung einer Endhirnhemisphäre - Hemisphärektomie
   b) Entfernung eines Endhirnlappens - Lobektomie
   c) Stereotaktische Eingriffe (z. B. Zerstörung des Nervengewebes durch Hitzeeinwirkung - Koagulation)
   d) Durchtrennung von Leitungsbahnen: z. B. des Balkens (Split brain), der Faserverbindungen des Frontallappens (Leukotomie) und von kleineren kortikalen Zonen (Umschneidung - Zirkumsektion)
3. Die reversible Funktionsblockierung

Nach GUTTMANN ist diesen Methoden gemeinsam, daß sie "psychophysiologische Zusammenhänge aus den Folgen einer zufällig entstandenen oder künstlich herbeigeführten, reversiblen oder irreversiblen biologischen Funktionsblockierung zu erschließen" versuchen.

Meist wird bei den Ausschaltungsmethoden auf eine lateralisierte Reizdarbietung verzichtet: eine kaum mehr übersehbare Literatur über psychodiagnostische Untersuchungen zur Erfassung hirnorganischer Schädigungen (und gerade auf diese partiellen Ausschaltungstechniken stützt sich der wohl größte Teil der Untersuchungen zur funktionalen Hemisphärenspezialisierung) arbeitet mit mehr oder weniger komplexen Reiz- oder Informationsvorlagen (z. B. Intelligenztests - vgl. Teil VI, Kap. 3), die bilateral den Sinnesorganen dargeboten werden.

Im Falle der vollständiges Ausschaltungstechniken geht man

davon aus, die Funktion der nicht-ausgeschalteten Hemisphäre zu untersuchen ohne interferierende Einflüsse der ausgeschalteten Hemisphäre, während bei den partiellen Ausschaltungstechniken die Funktionsausfälle der geschädigten Hemisphäre registriert werden und von daher oft auf eine Lokalisation dieser gestörten Funktionen in der entsprechenden Hemisphäre geschlossen wird.

Angeführt werden muß im Rahmen der Ausschaltungstechniken auch die Natrium-Amytal-Technik ("Wadatest", WADA 1949; WADA und RASMUSSEN, 1960) als eine Technik der chemischen - reversiblen - Funktionsblockierung (TERZIAN, 1964: vorübergehende pharmakologische Hemisphärektomie). Sie wird im wesentlichen eingesetzt vor operativen Eingriffen im Temporallappenbereich zur Bestimmung der sprachdominanten Hemisphäre und kann in Kürze damit beschrieben werden, daß bei Injektion des Narkosemittels (100-200 mg einer 5-10 prozentigen Natrium-Amytal-Lösung) in eine der großen Halsschlagadern eine sich im Ablauf einiger Minuten zurückbildende Aphasie erzeugt wird, wenn das Gefäß die sprachdominante Hemisphäre versorgt. Bei Einspritzung in die A. carotis der nicht sprachdominanten Hemisphäre ist dagegen nur ein sehr kurzfristiger Sprachausfall zu beobachten, wobei auch euphorische Stimmungslagen auftreten können (PERRIA et al., 1961). Die Funktionsblockierung einer Hemisphäre ist weiter verbunden mit Hemiplegien der contralateralen Körperseite und EEG-Veränderungen, gelegentlich auch mit motorischer Unruhe, Bewußtseinsstörung u. a. (ROVIT et al., 1961; HOMMES und PANHUYSEN, 1970; OBRADOR et al., 1961; LANSDELL, 1962; SERAFETINIDES et al., 1964, 1965; BRANCH et al., 1964; CZOPF, 1972; BLUME et al., 1973). Es sei hier auch darauf hingewiesen, daß MILNER et al. (1966) mit dem Wada-Test bei 15 Prozent der Nicht-Rechtshänder bilaterale Sprachdominanz annahmen (vgl. Teil V, Kap. 9.5.).

GUTTMANN (1972) führt als wichtigste Methode der reversiblen Funktionsblockierungen nur die sich im Anschluß

an bestimmte Reizungen sich ausbreitende kortikale Aktivitätsblockierung (Cortical Spreading Depression = CSD) an: "Wird beispielsweise auf eine kleine Stelle der Dura mater Kaliumchlorid (KCl) gebracht, so wird zunächst die neuronale Aktivität der unmittelbar darunterliegenden Kortexregionen unterdrückt. Diese Erregungsblockierung breitet sich in der Folgezeit mit einer Geschwindigkeit von einigen Millimetern pro Minute über den gesamten Kortex derselben Hemisphäre aus. Erst nach einiger Zeit kehrt wieder die normale Erregbarkeit zurück, wobei die Rindenzellen durch diese Blockierungsphase in keiner Weise geschädigt zu sein scheinen. Auch durch andere Irritationen der Großhirnrinde, wie Flüssigkeitsentzug oder Unterkühlung, läßt sich eine CSD erzielen". Insgesamt zeigte sich in CSD-Untersuchungen (vgl. u. a. OCHS, 1966; SCHNEIDER, 1967; BURES und BURESOVA, 1972), daß - erwartungsgemäß - nur die Hemisphäre 'lernt', die im Experiment nicht blockiert war. Ein Transfer dieser Lernvorgänge auf die später nicht mehr blockierte Hemisphäre scheint nur dann zu erfolgen, wenn einmal das Gelernte erneut realisiert werden muß und zum anderen beide Hemisphären bei der zu erbringenden Leistung aktiviert sind.

In diesem Zusammenhang sei weiter auf die Untersuchung von PRATT et al. (1971) mit unilateral angewandter Elektroschocktherapie (EST) bei endogen depressiven Patienten hingewiesen: die Autoren rechtfertigen ihre Untersuchung damit, daß (1) unilaterale EST der nicht dominanten Hemisphäre Folge- und Begleiterscheinungen der klassischen bilateralen Behandlung abschwächen würde sowie (2) zwei unilaterale EST zur Bestimmung der Sprachdominanz günstiger wären als der Wada-Test. Bei 11 von 12 Rechtshändern war nun das Benennen von Objekten 7 Minuten nach EST mehr beeinträchtigt bei linkshemisphärischer als bei rechtshemisphärischer Behandlung. Bei 11 Linkshändern fanden sich dagegen nach EST bei 7 Patienten Hinweise auf

linkshemisphärische Sprachdominanz, bei zwei Patienten auf rechtsseitige Sprachdominanz und bei zwei weiteren Patienten auf bilaterale Dominanzverhältnisse. Die Testung 20 Minuten nach EST bei diesen letzten beiden Patienten ergab allerdings auch die Vermutung auf eine stärker rechtsseitig ausgeprägte Hemisphärendominanz für Sprache (s. a. ZAMORA und KAELBLING, 1965; GOTTLIEB und WILSON, 1965; HALLIDAY et al., 1968; FLEMINGER et al., 1970; PRATT und WARRINGTON, 1972; SMALL et al., 1972; HINTERHUBER und NOWAK, 1973; ARRINGTON und PRATT, 1973; ANNETT et al., 1974; zur Beziehung zwischen uni- und bilateral angewendeter EST sowie EEG siehe STRÖMGREN und JENSEN, 1975).

COHEN et al. (1968) fanden Beeinträchtigungen der Gedächtnisleistung bezüglich verbaler Aufgaben eher nach linksseitiger - unilateraler - EST und bezüglich nicht verbaler Erinnerung stärker nach rechtsseitigem Elektroschock, und BACHMANN et al. (1971) berichten, daß bei rechtsseitig unilateral behandelten Patienten ein signifikant größerer Anteil des visuell und auditiv eingeprägten Gedächtnismaterials reproduziert wurde als bei bilateraler Elektrodenapplikation.

FLEMINGER und BUNCE (1975) kritisieren die bisherige Erfassung der Händigkeit in einigen Untersuchungen mit unilateraler EST zur Erfassung der sprachdominanten Hemisphäre der Patienten. In ihrer Untersuchung von 24 depressiven Patienten wurde einmal unterteilt nach jeweils 12 Patienten mit linker bzw. rechter Schreibhand, zum anderen klassifiziert unter Einbeziehung des Händigkeitsfragebogens von ANNETT (1970) nach 8 Linkshändern, 6 Rechtshändern sowie 10 Beidhändern. Erfaßt wurde bei allen Patienten die Leistung in einem verbalen Gedächtnistest nach unilateraler - rechts- und linksseitiger - EST. Wurden nun die Patienten danach aufgeteilt, ob sie mit der linken oder rechten Hand schrieben, so ergab sich für beide Gruppen ein signifikant besserer Wert nach rechtsseitiger gegenüber linksseitiger EST. Bei 4 der 12 Patienten mit linker Schreibhand wurde eine rechtsseitige Sprachdominanz angenommen gegenüber

nur 2 der 12 Patienten mit rechter Schreibhand, wobei diese beiden Patienten umerzogene Linkshänder waren. Bei der Neuklassifizierung dieser 24 Patienten unter Einbeziehung des Fragebogens in die o. a. drei Gruppen ergab sich für die Links- und Beidhänder kein signifikanter Unterschied nach links- oder rechtsseitiger EST, wohl aber bei den Rechtshändern: rechtsseitige Sprachdominanz wurde für 37,5 Prozent der Linkshänder, 30 Prozent der Beidhänder und 0 Prozent der Rechtshänder angenommen.

Interpretationen auf funktionale Hemisphärendifferenzen bei Untersuchungen mit - insbesondere partiellen - Ausschaltungsmethoden stoßen auf eine Reihe von kritischen Einwänden, so daß die bisherigen Ergebnisse nur unter vielen Einschränkungen Rückschlüsse auf etwaige Lokalisierungen von Funktionen zulassen. Zunächst muß davon ausgegangen werden, daß die Leistungsfähigkeit des Gesamthirns bei Ausschaltungstechniken gestört wird. So kann vielleicht von relativ umschriebenen Herden oder Bereichen der Störung gesprochen werden, daraus läßt sich aber keineswegs mehr als eine Hypothese der Funktionszuordnung ableiten: der Schluß zur zerebralen Lokalisation psychischer Funktionen auch nach fokalen Hirnschädigungen erscheint zweifelhaft. Weiter darf nicht übersehen werden, daß pathologische Stichproben vorliegen, so daß folgende Wechselwirkungen zwischen den Hemisphären auftreten können:

1.) können nach mehr oder weniger langem Krankheitsverlauf sekundäre Schädigungen der zunächst nicht beeinträchtigten Hemisphäre auftreten durch die von der primär gestörten Hemisphäre ausgehenden schädigenden Einflüsse, z. B. Übertragung epileptischer Krampfpotentiale, allgemeine Erhöhung des intracraniellen Druckes (MARTINIUS, 1974; KINSBOURNE, 1971; MEYER, 1961)
2.) besteht die Möglichkeit des Transfers (Kompensation) insbesondere bei frühkindlichen Hirnschädigungen und in bezug auf Sprachstörungen (HILLIER, 1954; ANNETT, 1970; MARTINIUS, 1974; KRYNAUW, 1950; LANSDELL, 1969; LURIA, 1963; KOVAC und HORCOVIC, 1966; GESCHWIND, 1969;

ZOLLINGER, 1935; STUTTE, 1965)

Der Zusammenhang zwischen den beiden angeführten Punkten kann anhand von Untersuchungen bei Hemisphärektomierten (McFIE, 1961; GLEES, 1961; MEYER, 1961; OBRADOR, 1964; BOGEN, 1969) aufgezeigt werden, bei denen keine bedeutsamen Intelligenzminderungen nach - gleichgültig rechter oder linker - Hemisphärektomie auftraten: aufgrund langjähriger Hirnschädigung lag vor der Operation bereits eine Intelligenzminderung vor, Leistungen der geschädigten Hemisphäre wurden kompensatorisch - aber nicht vollgültig - von der nicht geschädigten Hemisphäre übernommen, und es erfolgte wohl auch durch den operativen Eingriff ein Fortfall von störenden Einwirkungen auf die gesunde Hemisphäre, so daß insgesamt postoperativ kein bedeutsamer Leistungsabfall auftrat.

Im Sinne der angeführten Einwände geht so auch GESCHWIND (1965) von einem Diskonnektions-Prinzip bei Aphasien und anderen Hirnwerkzeugstörungen/psychoneurologischen Syndromen aus: er nimmt an, daß ein mehr oder weniger weites und integriertes Funktionsfeld bezüglich spezifischer oder weniger umschriebener Störungen der Verbindungsbahnen zwischen sprachlichen, motorischen und sensorischen Regionen in seiner Funktion beeinträchtigt, gestört oder blockiert ist. Auch WALTER (1967) geht in seinem Modell auf die Kritik der Ausschaltungstechniken ein: wenn z. B. ein spezifischer Ort in einem kreisförmigen System gestört ist, wird der gesamte Funktionskreislauf gestört und die Lokalisation des Störungsherdes bleibt bei indirekter Schlußfolgerung fraglich. Diese Ansichten ergänzen sich auch aus der Sicht der Rehabilitation, z. B. bei KIPHARD (1971) zum sensu-motorischen Frühtraining in der Behindertenpädagogik von Kleinkindern. Neben möglichen Störungen im Bereich des Großhirns werden weiter die Sinnes- und Bewegungsorgane in ein Regelsystem einbezogen. Der Autor geht davon aus, daß die Störung nur einer Schaltstelle in diesem sensu-motorischen Regelsystem zu einer mehr oder weniger isolierten Störung in der gesamten Lernleistung führt.

Eine Reihe von weiteren Möglichkeiten für Fehlinterpretationen bei Ausschaltungstechniken in bezug auf die Frage der funktionalen Hemisphärendifferenzen und Lokalisationen von Funktionen in bestimmten Hirnregionen seien kurz angeführt: Ursache, Schwere und Dauer der Läsion beeinflussen die beobachtbaren Symptome und Ausfallserscheinungen, weiter bestehen Abhängigkeiten der beobachtbaren Störungen vom Alter des Eintritts der Läsion, der prämorbiden Persönlichkeit des Patienten, von den verwendeten Testverfahren mit ihren unterschiedlichen Gütekriterien (Reliabilität, Validität usw.), von den von Person zu Person variierenden funktionalen Hemisphärenasymmetrien und kortikalen Organisationen. Es ist auch zu berücksichtigen, daß das Ausmaß der Läsion nicht mit dem Grad der Funktionsstörung proportional sein muß. TEUBER et al. (1962) verweisen auf paradoxe Effekte bei symmetrischen Läsionen im Frontalgebiet beider Hemisphären: es erfolgte nicht ein verstärkter Ausfall gegenüber 'einfacher', unilateraler Schädigung, sondern paradoxer Weise eine 'übernormale' Funktionsfähigkeit spezifischer visueller Wahrnehmungsprozesse. Eine weitere Fehlerquelle könnte darin liegen, daß bei linksseitigen Hirnoperationen zur Vermeidung von Aphasien ggf. weniger radikal vorgegangen wird als bei rechtsseitigen Operationen, und umgekehrt ist vielleicht davon auszugehen, daß Patienten mit linksseitigen Schädigungen wegen der frühzeitig beobachtbaren Sprachstörungen den Arzt eher aufsuchen als Patienten mit rechtsseitigen Läsionen und so entsprechend nach linksseitigen Schädigungen das Ausmaß der resultierenden Störung geringer ist aufgrund frühzeitiger Behandlung. Interpretationsschwierigkeiten können sich bei prä- und postoperativen Vergleichen weiter durch Leistungsanstiege aufgrund der Testwiederholung ergeben, abgesehen davon, daß die prämorbide Ausgangslage meist nur schwierig einzuschätzen ist. Auf die Schwierigkeiten einer exakten Lokalisation einer Läsion wurde bereits hingewiesen, wobei weiter MEYER (1961) anzuführen ist, der bei Fehlen von Ausfallserscheinungen auf die Möglichkeit mehrfacher

Lokalisation bzw. Repräsentation einer bestimmten Funktion hinweist (vgl. auch die Theorie von SEMMES, 1968 zur unterschiedlichen Repräsentation von elementaren psychischen Funktionen in den beiden Hemisphären; Teil III, Kap. 1). Letztlich ist auch darauf hinzuweisen, daß bei linksseitigen Läsionen Sprachstörungen und stärkere intellektuelle Beeinträchtigungen den psychodiagnostischen Prozeß häufig sehr erschweren. Die Zusammenstellung einer Testbatterie zur Erforschung funktionaler Hemisphärendifferenzen stellt insofern ein großes Problem dar, als durch spezifische Testverfahren und ihren Erhebungsmodus (z. B. Zeitdruck, verbale oder motorische Reaktionen des Patienten) spezifische Patientengruppen benachteiligt sein können, ohne daß ggf. eine Funktionsbeeinträchtigung vorliegen müßte. Dadurch kommt es häufig zu Fehlschlüssen: von einer feinmotorischen Störung z. B. bei einem Konzentrationsverlaufstest wird nicht Kenntnis genommen und so fälschlich für den Untersuchten auf eine Konzentrationsschwäche geschlossen, ein Fehler, der sehr oft auch in der psychodiagnostischen Praxis zu finden ist. Es wird dann z. B. bei einem spezifischen Untertest relativ willkürlich eine der zur Lösung erforderlichen Funktionen als wichtig herausgestellt (und bei entsprechender Minderleistung in diesem Untertest als gestört bezeichnet), ohne die Mitbeteiligung anderer geforderter Funktionen hinreichend zu beachten (also auch sie als potentielle Störfaktoren zu überprüfen).

Aufgrund der angeführten Einwände gegenüber den Ausschaltungstechniken bleibt zu betonen, daß Untersuchungen an gesunden Probanden notwendig sind zur Absicherung der mit hirnorganisch geschädigten Patienten gefundenen funktionalen Hemisphärendifferenzen.

Zur Kritik testpsychologischer Methoden und Ergebnisse zur Erfassung hirnorganischer Schädigungen sowie zum Konzept der Hirnschädigung siehe u. a. YATES, 1954; MEYER, 1957; PIERCY, 1959; BENTON, 1962; HERBERT (1964) sowie SCHOLTZ (1972). Letztlich ist hier der Ansicht von KIPHARD (1972) zuzustimmen: "Die kausale Diagnose 'Hirnschädigung' ver-

ursacht unserer Erfahrung nach zumeist Resignation und Abwartehaltung auf Seiten der Ärzte und Horror oder zumindest Nicht-Zuständigkeit der Eltern und Pädagogen. Im Sinne des übungspädagogischen und übungstherapeutischen Zieles einer weitgehenden Konditionierung, Rekrutierung und Kompensierung behinderter Hirnfunktionen interessiert uns deshalb in erster Linie eine f u n k t i o n e l l e D i a g n o s e . Entscheidend ist nicht die Schädigung an sich oder ihre Ursache, sondern allein ihre Auswirkung auf den sensumotorischen und kognitiven Entwicklungs- und Lernprozeß" mit daraus sich ableitenden, anschließenden Rehabilitationsmaßnahmen.

3. Hirn-Bisektion (Split-Brain-Untersuchungen)

Hirn-Bisektionen erfolgen beim Menschen, um bei schweren epileptischen Anfällen das interhemisphärische Übergreifen der Erregung zu begrenzen durch mehr oder weniger vollständige Durchtrennung des Corpus callosum sowie weiterer interhemisphärischer Kommissurensysteme. Weiter werden sie durchgeführt zur Entfernung tieferliegender Hirntumore. Hirn-Bisektionen gehören zwar zu den Ausschaltungsmethoden, sie seien aber wegen ihrer Bedeutung hier gesondert dargestellt.

Die Reizdarbietung kann tachistoskopisch entsprechend der dargestellten lateralen visuellen Stimulation erfolgen oder aber auch ohne Lateralisierung entsprechend der üblichen psychologischen Testsituation. Dabei ist es wichtig, daß bei Reizbeantwortung der Versuchsperson mittels grobmotorischer Aktivitäten die Methode der lateralisierten Reizdarbietung zwingend erscheint, um so die auftretenden - z. B. bei konventioneller visueller Darbietung - Kontrollen grobmotorischer Bewegungen durch beide Hemisphären zu vermeiden (und zwar über ipsilaterale und contralaterale Leitungsbahnen ohne notwendige Übertragung der Impulse über das interhemisphärische Kommissurensystem). Bei Reizbeant-

wortung der Versuchsperson mittels distaler Muskelgruppen (Finger, Hände) erscheint bei Hirn-Bisektion dagegen eine nicht lateralisierte Reizdarbietung ausreichend, da auch bei Information beider Hemisphären die Kontrolle feinmotorischer Bewegungen immer nur durch die contralaterale Hemisphäre zu erfolgen scheint. Patienten nach Hirn-Bisektion konnten so z. B. visuell dargebotene Handpositionen bei Projektion nur für eine Hemisphäre nicht mit der zugeordneten ipsilateralen Hand nachvollziehen, während nach Hirn-Bisektion durchaus grobmotorische Bewegungen der axialen und proximalen Gliedmuskulatur über ipsilaterale Leitungsbahnen möglich waren (vgl. SPERRY, 1968; tierexperimentell: HAMILTON, 1967; s. auch zu entsprechenden Ergebnissen bei Hemisphärektomie: OBRADOR, 1964; ZÜLCH, 1954; SMITH und BURKLAND, 1967).

Im übrigen sollten z. B. die sprachlichen Reaktionen der Versuchspersonen nur bei entsprechend reizspezifischen Untersuchungen angewendet werden zur Vermeidung von Verfälschungen der Untersuchungsergebnisse, d. h. bei Untersuchungen zur sprachlichen Funktionsfähigkeit der Hemisphäre werden natürlich verbale Reize verwendet (Worte; Bilder, die benannt werden sollen u. a.), entsprechend ist die verbale Reaktion sinnvoll zu verwenden. Im Gegensatz dazu sollten bei der Prüfung anderer Funktionen z. B. aus dem Wahrnehmungsbereich nicht nur sprachliche Reaktionen von der Versuchsperson gefordert werden, um so Überlagerungen der Untersuchungsergebnisse mit Unterschieden der verbalen Leistungsfähigkeit der Hemisphären zu vermeiden.
Zur Veranschaulichung der Untersuchungssituation bei Split-Brain-Untersuchungen seien einige Beispiele angeführt: wird ein Gegenstand in die linke, nicht dominante Hand zum Erkennen gelegt, dann schickt normalerweise die rechte Hirnhälfte über den Balken zur linken die taktilen Charakteristika dieses Gegenstandes, um sich dann erst den Namen des Gegenstandes geben zu lassen (GLEES).

Bei Hirn-Bisektion wird dagegen erreicht, daß die rechte Hand nahezu ausschließlich der linken Hemisphäre zugeordnet ist und entsprechend die linke Hand der rechten Hemisphäre. Dies hat zur Folge, daß der Patient einen Gegenstand nicht verbal zu beschreiben vermag, wenn der Gegenstand in die linke Hand gelegt wird. Er vermag diesen Gegenstand aber in einem nicht verbalen Test zu identifizieren mittels manueller Reaktion, z. B. durch Zeigen auf eine Karte mit dem Bild des taktil erfaßten Gegenstandes.

GAZZANIGA (1967) gibt folgendes Beispiel: das Wort "heart" wird visuell dargeboten, und zwar so, daß der Wortteil "he" links vom Fixationspunkt erscheint, während der Wortteil "art" rechts vom Fixationspunkt projiziert wird. Auf die Frage nach dem Namen des Wortes wird der Patient mit "art" antworten, mit dem Wortteil also, das der linken (sprachdominanten) Hemisphäre dargeboten wurde durch Projektion im rechten Gesichtsfeld. Nun kann dem Patienten auch aufgegeben werden, unter zwei vorgelegten Karten mit den Aufschriften "he" und "art" manuell auf diejenige zu zeigen, auf der das vorher projizierte Wort steht: er wird - wenn er mit der linken Hand zeigen muß - auf die Karte mit dem Wort "he" zeigen (vgl. SPERRY, 1968). GAZZANIGA erscheint es so möglich, daß nach Hirn-Bisektion in sehr jungem Alter beide Hemisphären getrennt und unabhängig voneinander einen Entwicklungsstand geistiger Funktionen erreichen können, wie er sonst nur für die linke Hemisphäre bei gesunden Probanden 'normal' ist. GLEES (o.J.) empfiehlt von daher "z. B. eine systematische Übung beider Hände" und hält "alles, was ein Mitlernen der Hemisphären, also die Balkenfunktion unterstützt, wesentlich", und zwar zur Vorbeugung der "großen intellektuellen Verluste nach Verletzungen oder Blutungen in der dominanten Hirnhälfte." (Vgl. Teil III, Kap. 2)

Wie auch bei den Ausschaltungstechniken liegt die bedeutsamste Fehlerquelle in bezug auf Erkenntnisse zur funktionalen Hemisphärenspezialisierung darin, daß beim Menschen seine Anwendung aus therapeutisch-medizinischen

Gründen erfolgt und es somit bei hirngeschädigten Patienten zur Anwendung gelangt: damit treten dieselben Interpretationsschwierigkeiten auf wie bei den Ausschaltungstechniken überhaupt. Weiter ist anzuführen, daß - im Vergleich zu den übrigen Ausschaltungsmethoden - nur relativ wenige Untersuchungen vorliegen mit einer großen Streuung hinsichtlich Alter, Intelligenz, Art und Ausmaß der Schädigung usw. sowie der jeweiligen - mehr oder weniger - vollständigen Durchtrennung der Kommissurensysteme. Letzteres bedeutet für den Humanversuch, daß interhemisphärische Verbindungen bestehen bleiben können: GAZZANIGA und HILLYARD (1971) verweisen weiter auf die Möglichkeit der Weiterleitung visueller Reize über subcallosale Leitungen oder das Mittelhirn, und auch GUTTMANN (1972) gibt einen kurzen Überblick über Untersuchungen, die die Bedeutsamkeit subkortikaler Strukturen bei der Steuerung des gelernten Verhaltens belegen. WITTLING (1973) verweist auf weitere Möglichkeiten der Vermengung beider Beiträge der Hemisphären: die Vermengung kann einmal auf dem Niveau der motorischen Reaktion erfolgen. "In vielen der in der Literatur berichteten Untersuchungen bestanden selbst bei fehlender Lateralisierung der Reizdarbietung die von den Vpn geforderten Reaktionsleistungen in der Ausführung solcher Bewegungen (Abtasten, Zeigen, Herausgreifen, Schreiben, Zeichnen), die nicht unabdingbar mit der Kontraktion distaler Muskelgruppen verbunden sind, sondern die durchaus durch die Steuerung proximaler Muskelgruppen (grobmotorische Bewegungen mit den Armen und Schultern) ausgeführt werden können und von daher mit großer Wahrscheinlichkeit über beide Hemisphären kontrolliert werden. Eine dritte Möglichkeit der Vermengung der Beiträge beider Hemisphären stellt der von GAZZANIGA (1970) und GAZZANIGA und HILLYARD (1972) postulierte 'cross-cuing' Mechanismus dar. Nach diesem Mechanismus kann eine Hemisphäre A, die einen Reiz wahrnimmt, die Hemisphäre B, die keinen sensorischen Zugang zum Reiz hat, dadurch zu einer angepaßten motorischen

Reaktion führen, daß sie bei der Wahrnehmung des Reizes körperliche Reaktionen auslöst, die auch von der anderen Hemisphäre registriert werden können und dieser Anhaltspunkte über Lage, Größe oder Form des Reizobjektes geben (z. B. propriozeptive Empfindungen der Augenmuskulatur bei der Fixation des Reizobjektes). Dieser Mechanismus scheint überall dort von Bedeutung zu sein, wo die Reaktion der Vpn nicht unter Zeitdruck erfolgt, so daß der effizienteren Hemisphäre genügend Zeit bleibt, durch spezielle minimale Reaktionen der durch sie kontrollierten Körperhälfte der zweiten Hemisphäre auf dem Weg über die somatosensorische, taktile oder visuelle Wahrnehmung die Lösung der Problemstellung zu signalisieren."

Abschließend muß davon ausgegangen werden, daß auch bei Hirn-Bisektionen eine isolierte Messung der Fähigkeiten einer der Hemisphären des Menschen nur in Annäherung erfolgen kann, und wie bei den Ausschaltungstechniken überhaupt gilt auch für Hirn-Bisektionen, daß Untersuchungen zur funktionalen Hemisphärenspezialisierung an Gesunden letztlich nicht zu ersetzen sind. Die aufgrund anderer Untersuchungsmethoden erwarteten funktionalen Asymmetrien bezüglich verbaler und wahrnehmungsorganisatorischer Fähigkeiten finden insgesamt gesehen jedoch eine eindeutige Bestätigung durch die Ergebnisse bei Hirn-Bisektionen (siehe u. a. BOGEN und BOGEN, 1969; BOGEN und GORDON, 1971; SPERRY et al., 1969; GAZZANIGA, 1970).

4. Zerebrale Spezialisierung und Augenbewegungen

Vergröbernd formuliert besagen die im folgenden angeführten Untersuchungen, daß Versuchspersonen während verbaler Denkakte nach rechts, während räumlich-wahrnehmungsorganisatorischer Denkakte jedoch nach links schauen, wobei diese Bewegungsrichtungen von Auge und Kopf auf zerebrale Aktivitäten in derjenigen Hemisphäre hinweisen sollen, die contralateral zur Richtung der Bewegung liegt. Es wird davon ausgegangen, daß die frontalen

Hirnregionen die Bewegungen von Auge und Kopf kontrollieren, wobei nun die Aktivierung kognitiver Funktionen in einer Hemisphäre einen Übersprung ("overflow", KINSBOURNE, 1972) auf die Orientierungszentren der gleichen Hemisphäre bewirkt und so Augenbewegungen in die contralaterale Richtung dieser Hemisphäre resultieren. Unterstützt werden diese Annahmen durch Untersuchungen an Tieren und Menschen mittels elektrischer Stimulation, hirnchirurgischer Eingriffe oder durch Befunde bei Hirnschädigungen (PENFIELD und ROBERTS, 1959; MOTT und SHAFER, 1890; KENNARD und ECTORS, 1938; ROBINSON, 1968; KINSBOURNE, 1970; CROSBY, 1953) mit den konstanten Hinweisen, daß die beiden Hemisphären Orientierungsbewegungen in die jeweils entgegengesetzte Richtung unterstützen.

KINSBOURNE (1972) untersuchte die Augen- und Kopfbewegungen bei Versuchspersonen, während sie verbale, räumliche und numerische Aufgabenstellungen beantworteten, die vom hinter ihnen sitzenden Versuchsleiter gestellt wurden. Es ergaben sich die folgenden Beziehungen zwischen Richtungsbewegungen und Art der Aufgabenstellung: Rechtshänder richten ihre Augen sowie den Kopf bei Bearbeitung verbaler Problemstellungen vorwiegend nach rechts, während bei numerischen und räumlichen Aufgabenstellungen die Versuchspersonen mehr aufwärts und nach links blickten. Linkshänder zeigten dagegen diese Tendenzen nicht. Während KINSBOURNE überwiegend funktionale Hemisphärendifferenzen zur Erklärung seiner Ergebnisse heranzieht, geht BAKAN (1969 , 1971) von einer bevirzugten Hemisphäre aus, und zwar würde individuell jeweils nur eine der Hemisphären unabhängig von der Art der Problemstellung die Richtungsbewegungen unterstützen, aber abhängig vom jeweils dominanten kognitiven Verarbeitungsmodus der Versuchsperson: die eine Hemisphäre sei dominant für verbal-analytische, die andere für räumlich-ganzheitlich kognitive Prozesse.

GALIN und ORNSTEIN (1974) untersuchten diese beiden Hypothesen bei Juristen und Keramikern. Nach der Annahme von BAKAN müßten nun bei Keramikern mehr nach links gerichtete Augenbewegungen auftreten als bei Juristen, und nach KINSBOURNE würden weiter bei Keramikern mehr Aufwärtsbewegungen auftreten müssen als bei Juristen. Weiter wurde für beide Gruppen entsprechend früheren Untersuchungen (KOCEL et al., 1972; KINSBOURNE, 1972) erwartet, daß mehr Augenbewegungen nach rechts bei verbalen und mehr Aufwärtsbewegungen bei räumlichen Problemstellungen auftreten. GALIN und ORNSTEIN erhielten die folgenden Ergebnisse: bei den Keramikern zeigten sich wie erwartet mehr Aufwärtsbewegungen der Augen als bei den Juristen, diese beiden Gruppen unterschieden sich aber auch nur in bezug auf die vertikalen, nicht in bezug auf die horizontalen Augenbewegungen. Außerdem erreichten die Keramiker bessere Leistungen in räumlichen, die Juristen bessere Leistungen in verbalen Aufgabenstellungen. Neben diesen beiden Gruppen wurde weiter eine nicht speziell berufsbezogene Kontrollgruppe verwendet: es ergaben sich allgemein für verbale Fragen mehr rechtsgerichtete Blickbewegungen als bei den räumlichen Aufgaben, und verbale Problemstellungen riefen weiter mehr abwärts gerichtete Bewegungen hervor als räumliche Aufgaben. Eingefügt sei hier die Arbeit von DUMAS und MORGAN (1975) zur Asymmetrie des occipitalen Alpha-Rhythmus im EEG bei Künstlern und Ingenieuren: die gefundenen Asymmetrien konnten nicht durch die unterschiedliche Berufstätigkeit, sondern durch die Art der Aufgabenstellung (verbal vs nicht-verbal) erklärt werden.

Während die meisten Untersuchungen die allgemeine Tendenz links- und aufwärtsgerichteter Blickbewegungen bei räumlichen und rechtsgerichteter Augenbewegungen nach verbalen Problemstellungen bestätigen (u. a. KINSBOURNE, 1972; KOCEL et al., 1972; GUR et al., 1975),

konnten diese Ergebnisse durch die Untersuchung von EHRLICHMAN et al. (1974) nicht reproduziert werden. Allerdings fanden sie in gewisser Entsprechung der o. a. Befunde mehr nach unten gerichtete Blickbewegungen nach verbalen als nach räumlichen Fragestellungen. KINSBOURNE (1974) diskutiert die abweichenden Befunde von EHRLICHMAN et al. und führt sie auf methodische Fehler der Durchführungstechnik dieser Untersuchung zurück (z. B. Aufforderung an die Versuchsperson, einen zentralen Punkt zu fixieren). Weiter befragte z. B. KINSBOURNE (1972) die Versuchspersonen von einem Platz hinter den Probanden aus, während bei EHRLICHMAN et al. die Versuchspersonen von vorn mit den Aufgabenstellungen konfrontiert wurden. GUR et al. (1975) konnten nun folgende Unterschiede in den Ergebnissen abhängig von der Position des Fragestellers nachweisen: saß die Versuchsperson dem Fragesteller gegenüber, so bewegten sich die Augen meistens in einer Richtung, entweder nach rechts oder nach links, unabhängig von der Art der Aufgabenstellung, etwa im Sinne der Annahme BAKAN's von einer bevorzugt aktivierten Hemisphäre. Saß der Fragesteller aber hinter der Versuchsperson, so ergaben sich die bekannten Tendenzen, d. h. Rechtshänder bewegten ihre Augen mehr nach links bei räumlichen Aufgaben und mehr nach rechts bei verbalen Problemstellungen (vgl. auch DAY, 1964, 1967; TEITELBAUM, 1954; DUKE, 1968). Nach GUR et al. würde bei der zweiten Versuchsanordnung die Art der Problemstellung über individuelle Präferenzen der Bewegungsrichtungen dominieren.
Im Gegensatz zu den angeführten Tendenzen fanden KINSBOURNE (1972) und GUR et al. (1975) bei Linkshändern keine eindeutigen Ausprägungen, GUR et al. sprechen sogar von zufälligen Beziehungen zwischen Blickrichtung und Art der Aufgabenstellung bei Linkshändern. Dies wird interpretiert mit der geringeren funktionalen Dominanzausprägung bei Links- gegenüber Rechtshändern.

Als ein Verbindungsglied zwischen den hier angeführten Untersuchungen und dem Dichotic-Listening-Verfahren (Teil V, Kap. 9) können die beiden Arbeiten von KIMURA

(1973 a, b) zu manuellen Bewegungen während des Sprechens angesehen werden. In der ersten Arbeit untersuchte KIMURA bei erwachsenen Rechtshändern die das Sprechen begleitende Motorik der Hände und registrierte einmal die auf den eigenen Körper gerichteten Bewegungen (z. B. Berührung der Haare, des Körpers), zum anderen freie Bewegungen, Gesten, wobei die Hände nicht den Körper berührten. Neben der Sprachsituation wurden die Versuchspersonen auch bei nichtsprachlichen Aktivitäten beobachtet. Wenn die Versuchspersonen sprachen, traten auf den Körper bezogene Bewegungen bei der rechten oder linken Hand gleich häufig auf, während freie Bewegungen während des Sprechens signifikant häufiger bei der rechten Hand auftraten. Allgemein traten mehr Bewegungen während des Sprechens auf als bei nichtsprachlichen Aktivitäten. Zusätzlich bestimmte die Autorin die Hemisphärendominanz für Sprache mit dem Dichotic-Listening-Verfahren (DLV): von den 65 Versuchspersonen, bei denen die Handbewegungen während des Sprechens registriert wurden, führten nur 7 mehr freie Bewegungen mit der linken als mit der rechten Hand durch. Bei 6 dieser 7 Versuchspersonen konnte das DLV durchgeführt werden, und bei vier von diesen 6 Probanden wurden im DLV bessere Leistungen für das linke Ohr registriert (was auf eine Sprachdominanz für die rechte Hemisphäre hinweist). Von den verbleibenden Probanden, bei denen mehr freie Bewegungen mit der rechten als mit der linken Hand auftraten, wurden 28 nach dem Zufall für eine Testung mit dem DLV ausgesucht: 25 wiesen einen höheren Wert für das rechte Ohr, nur 3 für das linke Ohr auf. Aufgrund dieser Ergebnisse kann für die freie Bewegung während des Sprechens angenommen werden, daß sie überwiegend bei der Hand auftreten, die contralateral zur sprachdominanten Hemisphäre liegt.

In einer weiteren Untersuchung registrierte KIMURA (1973) die freien Bewegungen nun bei Linkshändern, wobei - aufgrund des DLV - nach Linkshändern mit links- bzw. rechtshemisphärischer Sprachdominanz unterschieden wurde. Diese beiden Gruppen wurden mit Rechtshändern verglichen, bei

denen linksseitige Hemisphärendominanz für Sprache angenommen werden konnte. Während sich die Rechtshänder nicht signifikant von den Linkshändern mit linkshemisphärischer Sprachdominanz unterschieden, ließen sich diese beiden Gruppen signifikant von den Linkshändern mit rechtshemisphärischer Sprachdominanz trennen: bei letzteren traten signifikant mehr freie Bewegungen mit der linken Hand während des Sprechens auf als mit der rechten Hand. Die Linkshänder produzierten insgesamt mehr freie Bewegungen als die Rechtshänder, was als Hinweis auf unausgeprägtere Hemisphärendominanz bei Linkshändern gelten kann.

Die Autorin weist in diesem Zusammenhang auf die mögliche Beziehung zwischen Sprache und Gestik hin: unausgeprägte Sprachdominanz würde entsprechend beim Linkshänder auch weniger asymmetrisch ausgebildete Gestik bedeuten. Weiter deuten sich Beziehungen zur Aphasie an: BAY (1969) geht davon aus, daß die "gleichen Hirnherde, die beim Normalsinnigen zur Aphasie" führen, beim"Taubstummen zum Verlust seiner Gebärdensprache" beitragen (vgl. auch LEISCHNER, 1943).

5. Elektroenzephalographie (EEG)

Mit Hilfe der Elektroenzephalographie (EEG) werden die Aktionsströume der Hirnrinde mittels Elektroden auf der Kopfhaut abgeleitet. Die Aktionsströme bzw. die Spannungsunterschiede zwischen Elektroden werden elektronisch verstärkt und über einen Schreiber als Kurvenzug auf einem Registrierpapier aufgezeichnet. Das EEG kann dabei als Gemisch sich überlagernder Wellen verstanden werden, wobei Wellentypen entsprechend ihrer Frequenz (Häufigkeit pro Sekunde) üblicherweise nach Delta-Wellen (unter 4 pro Sekunde, im Tiefschlaf oder bei Bewußtlosigkeit), Thetawellen (4-7 pro Sekunde, im Einschlafzustand), Alpha-Wellen (8-13 pro Sekunde, im entspannten Wachzustand bei geschlossenen Augen; bei Stimulation durch neue Sinnes-

reize wird der Alpha-Rhythmus für einige Sekunden blockiert), Beta-Wellen (14-30 pro Sekunde, bei offenen Augen und psychischer Anspannung/ geistiger Aktivität) und Gamma-Wellen (über 30 pro Sekunde) unterschieden werden.

Genau genommen handelt es sich beim EEG um die Aufzeichnung der Potentialschwankungen größerer - aus vielen hunderttausend Zellen bestehender - Neuronenverbände und kann so als Summe von Aktionsströmen verstanden werden. Das Kurvenbild ist abhängig vom Reifungsgrad des Gehirns, vom Ermüdungs- bzw. Wach- oder Aktivitätsniveau des Untersuchten, vom Sauerstoffmangel oder Vergiftungen, von - auch nur in geringen Mengen genommenen - Medikamenten (z. B. Schlaf- oder Beruhigungsmittel) usw.. Das EEG wird als Routineverfahren zum Nachweis von Störungen (nach Form, Amplitude oder Frequenz der Wellen) der hirnelektrischen Aktivität verwendet und findet so seinen Einsatz in der Neurologie und Psychiatrie (Epilepsie, Hirntumore usw.). Trotz hirnorganischer Erkrankungen kann dabei das EEG unauffällig sein.

Aus dem bisher angeführten kann bereits geschlossen werden, daß das EEG wohl ein zu globales Maß darstellt, um Zusammenhänge zwischen aufgezeichneten Aktionsströmen sowie differenziertesten funktionalen Hemisphärenspezialisierungen aufzeigen zu können. Es ist als Untersuchungsmethode in diesem Rahmen wohl eher älteren Forschungsansätzen einer globalen Dominanzzuweisung für eine der Hemisphären zuzuordnen.

Unterschiede in der hirnelektrischen Aktivität zwischen den Hemisphären (auch in Bezug auf unterschiedliche - verbale vs nicht verbale - Aufgabenstellungen) wurden insbesondere bezüglich der Alpha-Wellen gefunden. Relativ konsistent wurden über der subdominanten Hemisphäre höhere bzw. besser ausgeprägte Amplituden des Alpha-Rhythmus gefunden oder vermehrte bzw. spezifische Phasenunterschiede zwischen sich entsprechenden Hirnregionen beider Hemisphären, wobei diese subdominante Hemisphäre beim Rechtshänder der rechten, beim Linkshänder der linken Hemisphäre aufgrund der Untersuchungen zugeordnet werden könnte (LINDSLEY, 1940; RANEY,

1939; JUNG, 1941; CORNIL und GASTAUT, 1947; DURUP und FESSARD, 1935; GOLDSTEIN und BECK, 1965; AIRD und GASTAUT, 1959; MARTINIUS und HOOVEY, 1972; GALIN und ELLIS, 1975; GALIN und ORNSTEIN, 1972; SUBIRANA et al., 1959; SUBIRANA und OLLER-DAURELLA, 1960; OLLER-DAURELLA und MASO-SUBIRANA, 1965; SUBIRANA, 1964; GIANNITRAPANI et al., 1966; GIANNITRAPANI, 1967; LISKE et al., 1967; OTTO und KOBRYN, 1969). Bei 8 bis 10 jährigen Kindern konnten MARTINIUS und HOOVEY (1972) noch keine gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Phasen der Alpha-Rhythmen und der Händigkeit finden.

Auch Untersuchungen mit Blockierung des Alpha-Rhythmus während psychischer Anspannung/geistiger Aktivität mit dem Ziel, diejenige Hemisphäre als funktionsdominant zu erkennen, bei der spezifisch untersuchte Funktionen zu einer ausgeprägteren Blockierung des Alpha-Rhythmus führen, können bis heute noch keinen bedeutsamen Beitrag zur funktionalen Hemisphärenspezialisierung erbringen (LINDSLEY, 1940; MORGAN et al., 1971; DARROW, 1947; DUMAS und MORGAN, 1975), wenn sich auch die erwarteten funktionalen Differenzierungen von der Tendenz her aufweisen lassen.

BRIX (1975) verwendete das EEG-Phänomen der kontigenten negativen Variation (CNV = contingent negative variation, WALTER et al., 1964; vgl. auch GUTTMANN, 1972) im Rahmen eines Experiments zur objektiven Prüfung semantischer Begriffsbildung: "Wird ein Reizpaar, bestehend aus einem hinweisenden Erstreiz und einem z. B. eine Sekunde darauf folgenden imperativen Zweitreiz mehrmals dargeboten, so entsteht im Intervall vor dem imperativen Reiz im Summen-EEG eine negative Welle, die der objektive Ausdruck des erwarteten Zweitreizes ist ('Erwartungswelle')." Wie bei anderen Untersuchungen (LOW et al., 1966; HILLYARD, 1971; COHEN, 1969) konnten keine Hemisphärendifferenzen festgestellt werden, die CNV's waren über beiden Hemisphären symmetrisch ausgebildet.

Insgesamt ist anzuführen, daß das EEG als relativ globales Maß eine differenzierte Erfassung der Beiträge der Hemisphären noch nicht erbringen konnte, außerdem können interhemisphärische Überleitungen auch bei unilateraler Ableitung kaum kontrolliert werden. ULLMANN (1974) erwartet dabei Fortschritte in der Erforschung funktionaler Asymmetrien mit zunehmender Heranziehung von Computern für die Auswertung des EEG.

6. Evozierte Potentiale

Bei der Methode der evozierten Potentiale werden die hirnelektrischen Potentialschwankungen nach peripher sensorischer Stimulation (sensorisch evozierte Potentiale) oder aber nach direkter kortikaler (elektrischer) Reizung (kortikal evozierte Potentiale) registriert. Weiter ergibt sich die Möglichkeit der Registrierung der bioelektrischen Aktivität während spezifischen kognitiven Tätigkeiten oder bei intendierten Handlungen. Der Unterschied zur normalen Elektroenzephalographie ist darin zu sehen, daß beim EEG mehr die elektrische Spontanaktivität bzw. ihre Veränderungen registriert werden, während bei der Methode der evozierten Potentiale die Einwirkungen speziell von außen gesetzter Reize untersucht werden unter Einschluß eines Vergleiches der Verlaufsmuster über beiden Hemisphären. Die Methode bietet so auch die Möglichkeit zur Untersuchung interhemisphärischer Übertragungszeiten: visuelle Stimulation in einer Gesichtsfeldhälfte kann in Hinblick auf das Auftreten von daraufhin erfolgenden Potentialschwankungen in der ipsilateralen sowie contralateralen Hemisphäre (Latenzzeiten) registriert werden, die unterschiedlichen Auftretenszeiten entsprechen der interhemisphärischen Übertragungszeit (DAWSON, 1950, 1954; RUTLEDGE und KENNEDY, 1960; CHOUDHURY et al., 1965; CERNACEK und PODIVINSKY, 1971). GUTTMANN (1972) stellt der hirnelektrischen Spontanaktivität (EEG) hirnelektrische Synchronaktivitäten gegenüber, "die auf einen äußeren Reiz folgen oder ein 'inneres' Geschehen (z. B.

eine Vorstellung) begleiten", und er definiert evozierte Potentiale als hirnelektrische Prozesse, "die über bestimmten kortikalen Regionen in einem konstanten und charakteristischen Verlaufsmuster als spezifisches Korrelat des Erlebens oder Verhaltens auftreten."

Bei nicht lateralisierter Darbietung der Reize wird meist angenommen, daß die Hemisphäre mit der größeren Amplitude als Reaktion auf evozierte Potentiale in der Verarbeitung der spezifisch geprüften Reize dominant ist. Da die hirnelektrische Spontanaktivität meist die reiz- oder situationsabhängigen Veränderungen bei der Methode der evozierten Potentiale überdeckt, muß mit Hilfe besonderer Auswertungstechniken (Mittelung - averaging - ; Superpositionstechnik) die spezifische Verlaufsform der reizabhängigen Potentiale aus der Gesamtheit der bioelektrischen Erregungsprozesse herausgefiltert werden.

Registriert werden die Verlaufsformen u. a. nach Amplitude und Latenzzeit, wobei neben kleineren Schwankungen insbesondere Hauptkomponenten (als sicheres Reizkorrelat) in bezug auf ihre Polarität (positiv-negativ) und Latenzzeit Beachtung finden. Sensorisch evozierte Potentiale weisen dabei je nach Sinnesmodalität (akustisch, optisch usw.) sowie Qualität und Intensität der Stimuli innerhalb einer Sinnesmodalität mehr oder weniger spezifische Verlaufsmuster auf (vgl. GUTTMANN, 1972, der auch die praktische Anwendbarkeit der sensorisch evozierten Potentiale z. B. bei Hörfähigkeitsprüfungen anführt: "Anstatt eine Person zu befragen, ob sie einen Ton eben noch wahrnimmt bzw. Unterschiede zwischen Tönen erkennt, werden die akustisch evozierten Potentiale untersucht, wodurch Ausfälle und Störungen der Hörfunktion erkennbar werden, ohne daß die Person das Ergebnis ihrer Selbstbeobachtung mitteilen muß.").

Überblickt man die noch recht spärliche Literatur in bezug auf funktionale Hemisphärendifferenzen (SCHENKENBERG und DUSTMAN, 1970; COHN, 1971; McADAM und WHITAKER, 1971; MORRELL und SALAMY, 1971; BUCHSBAUM und FEDIO, 1969, 1970;

FEDIO und BUCHSBAUM, 1971; CERNACEK und PODIVINSKI, 1971; GOTT und BOYARSKY, 1972; WOOD et al., 1971; VILLA et al., 1971; MATSUMIYA et al., 1972; GALIN und ELLIS, 1975; HAALAND, 1974; GRÖZINGER et al., 1975), so ergeben sich relativ konsistente Hinweise auf die Lokalisation der Sprachfunktion in der linken Hemisphäre, während Aussagen zur Lokalisation nicht-verbaler Funktionen nicht so eindeutig in bezug auf Hemisphärendifferenzen zu interpretieren sind.

Hinweise auf Seitenunterschiede in Amplitude und Latenz in Beziehung zur Händigkeit fanden BUCHSBAUM und FEDIO (1970), CULVER et al. (1970), CERNACEK und PODIVINSKY (1971) sowie GOTT und BOYARSKY (1972) bei verschiedenen Wahrnehmungsmodalitäten. MOLFESE (1972, zit. n. INGRAM, 1975) fand bereits bei Kleinkindern im 1. Lebensjahr "greater left hemisphere auditory evoked responses to verbal stimuli, and greater right hemisphere responses to musical stimuli."

ENGEL und FAY (1972) untersuchten die Latenzzeiten visuell evozierter Potentiale bei Neugeborenen, die dann im Alter von drei Jahren auf sprachliche Fähigkeiten nachuntersucht und mit vier Jahren auf ihre Intelligenz geprüft wurden. Zwar zeigte sich, daß im Alter von drei Jahren diejenigen Kinder eine signifikant bessere Artikulation von Anfangs- und Endkonsonanten aufwiesen, die als Neugeborene die kürzeren Latenzzeiten hatten, andererseits ergaben sich keine signifikanten Beziehungen zwischen Sprachverständnis und Intelligenzniveau sowie den bestimmten Latenzzeiten. Die Autoren nehmen insgesamt an, daß visuell evozierte Potentiale bei Neugeborenen möglicherweise eine Vorhersage auf die spätere motorische Entwicklung gestatten (vgl. BUTLER und ENGEL, 1969), nicht aber auf symbolische und intellektuelle Funktionen.

GALIN und ELLIS (1975) registrierten in ihrer Untersuchung sowohl evozierte Potentiale wie auch den Alpha-Rhythmus im EEG. Sie fanden zwar bei beiden Ableitungen die erwarteten Unterschiede zwischen den Hemisphären bei verbalen und nicht-verbalen Aufgaben, jedoch waren die Unterschiede bei der Methode der evozierten Potentiale nicht so konsistent wie beim Standard-EEG.

Im Rahmen des gegenwärtigen Forschungsstandes gelten für die Methode der evozierten Potentiale noch vergleichbar kritische Anmerkungen wie zu den Untersuchungen mit der Elektroencephalographie, die Methode erscheint noch nicht weit genug entwickelt zur Untersuchung differenzierter Hemisphärenasymmetrien. Dabei ist weiter anzuführen, daß einerseits nur relativ wenig Untersuchungen vorliegen, andererseits diese Arbeiten auch häufig sehr unterschiedlich sind z. B. bezüglich miterfaßter Variablen wie Händigkeit, Äugigkeit und Geschlecht der Probanden oder aber der Art der Stimulation, der Qualität der Reize und der hirnlokalisatorischen Registrierung: eine abschließende Bewertung der vorliegenden Einzelbefunde kann von daher z. Z. kaum erfolgen.

7. Reaktionszeitmessungen

Die in diesem Kapitel knapp dargestellte Übersicht zu Reaktionszeitmessungen im Rahmen der Erforschung funktionaler Hemisphärenspezialisierungen stützt sich fast ausschließlich auf die Arbeiten von WITTLING (1973, 1974). Bei den Untersuchungen mit - verbalen oder manuellen - Reaktionszeitmessungen werden Reize in der linken oder rechten Gesichtsfeldhälfte unilateral dargeboten und die Zeitspanne bis zur geforderten Reaktion gemessen. Meist werden dabei motorische Reaktionen wie z. B. das Drücken einer Taste gefordert, wobei häufig die Reaktionszeiten der linken und rechten Hand gemittelt werden bei jeweiliger Darbietung der Reize in der linken und rechten

Gesichtsfeldhälfte. Verbale Reaktionen sind schwieriger zu interpretieren aufgrund von Überlagerungen funktionaler Hemisphärendifferenzen, unterschiedlichen Verarbeitungsgeschwindigkeiten der Hemisphären und unterschiedlicher Kontrolle der sprachmotorischen Äußerungen durch die beiden Hemisphären. Manuelle Reaktionen, insbesondere z. B. Fingerbewegungen, können dagegen von den beiden Hemisphären getrennt gesteuert werden.

Treten nun keine Unterschiede in den Reaktionszeiten auf, so kann damit grob gesprochen auf eine funktionale Gleichwertigkeit der Hemisphären geschlossen werden, während bei funktionalen Hemisphärendifferenzen auch Unterschiede in den Reaktionszeiten erwartet werden müssen: die nicht dominante Hemisphäre kann z. B. die im contralateralen Gesichtsfeld dargebotenen Reize nicht verarbeiten, so daß eine Reaktion erst erfolgt, wenn die dominante Hemisphäre bei transcallosaler Übertragung die Reize verarbeitet hat.

WITTLING (1973, 1974) hält die experimentelle Kontrolle möglicher interhemisphärischer Organisationsformen in Reaktionszeitversuchen unter den folgenden Bedingungen für erforderlich:

"a) Stimulation in der linken Gesichtsfeldhälfte (= rechte Hemisphäre) - Reaktion mit der linken Hand
b) Stimulation in der linken Gesichtsfeldhälfte (= rechte Hemisphäre) - Reaktion mit der rechten Hand
c) Stimulation in der rechten Gesichtsfeldhälfte (= linke Hemisphäre) - Reaktion mit der linken Hand
d) Stimulation in der rechten Gesichtsfeldhälfte (= linke Hemisphäre) - Reaktion mit der rechten Hand ".

Weiter unterscheidet WITTLING zwischen drei möglichen interhemisphärischen Organisationsmodellen bezüglich einer speziellen Schwierigkeitsstufe einer Funktion:

" a) Unilaterale Informationsverarbeitung: Eine Leistung eines bestimmten Schwierigkeitsgrades wird nur von einer der beiden Hemisphären erbracht.

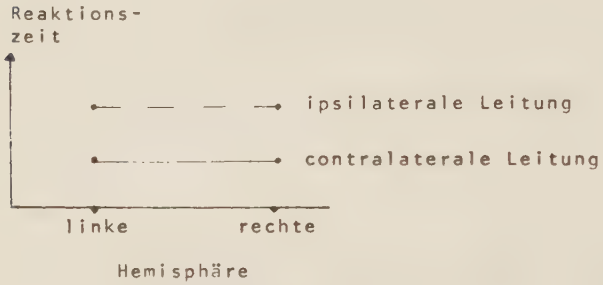
b) Bilaterale asymmetrische Informationsverarbeitung: Eine Leistung einer bestimmten Niveauhöhe wird zwar von beiden Hemisphären erbracht, jedoch ist die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung einer Hemisphäre höher als die der anderen.
c) Bilaterale symmetrische Informationsverarbeitung: Eine Leistung einer bestimmten Niveauhöhe wird von beiden Hemisphären mit gleicher Verarbeitungsgeschwindigkeit erbracht. "

Der Autor geht dann weiter davon aus, daß die Art der interhemisphärischen Organisation einer Funktion bedingt wird durch die auf ihren einzelnen Niveaustufen erhaltenen Organisationsformen. Für diese Organisationsformen bezüglich einer gesamten Funktion unterscheidet er auch drei mögliche Modelle:

" a) Qualitative funktionale Asymmetrie: Eine Funktion wird ausschließlich von einer der beiden Hemisphären aktiviert, unabhängig vom Schwierigkeitsgrad der untersuchten Leistungen.
b) Quantitative funktionale Asymmetrie: Diese Bezeichnung für die Organisationsform einer Funktion wird dort verwendet, wo Niveauunterschiede in der Leistungsfähigkeit der Hemisphären bestehen, d. h. wo eine Hemisphäre gleiche Leistungen nur bis zu einem bestimmten Schwierigkeitsgrad erbringen kann, während in den darüber hinausgehenden Schwierigkeitsgraden entweder eine unilaterale oder eine bilaterale asymmetrische Verarbeitung vorliegt.
c) Funktionale Symmetrie: Leistungen in einer Funktion werden auf allen Schwierigkeitsstufen von beiden Hemisphären mit jeweils gleicher Verarbeitungsgeschwindigkeit erbracht (bilaterale symmetrische Verarbeitung auf allen Schwierigkeitsstufen der Funktion)."

Auf dieser Grundlage stellt WITTLING dann drei Standardmodelle der unterschiedlichen Organisationsformen auf für

jede der o. a. vier Versuchsbedingungen. Als Beispiel sei das Reaktionszeitmodell von WITTLING bei bilateraler symmetrischer Informationsverarbeitung wiedergegeben:



Wird vorausgesetzt, daß beide Hemisphären die spezifisch geprüfte Funktionsstufe mit gleicher Verarbeitungsgeschwindigkeit lösen können, so liegen die Reaktionszeiten bei notwendiger interhemisphärischer Übertragung (ipsilaterale Leitung) jeweils höher (verwendet wird die laterale visuelle Reizdarbietung).

Entsprechend ordnet WITTLING den beiden weiteren postulierten interhemisphärischen Organisationsformen Reaktionszeitmodelle zu und versucht nun rückschließend bei spezifischen Untersuchungsergebnissen mit Reaktionszeitversuchen, über die Organisationsform bzw. funktionalen Hemisphärenasymmetrien Aussagen zu machen. Der Autor geht davon aus, daß mit Hilfe seiner weiterentwickelten Methode lateraler Reaktionszeitmessungen funktionale Hemisphärenspezialisierungen hinsichtlich absoluter und relativer Differenzen erfaßt werden können. Es bleibt abzuwarten, inwieweit mögliche Fehlerquellen - z. B. Kontrolle der Augenbewegungen, Stichprobeneffekte, Einfluß der manuellen Reaktionen und ihrer unterschiedlichen Reaktionszeiten durch Ermüdung, Konzentrationsschwäche wie auch Händigkeitsausprägung u. a. - experimentell hinreichend kontrolliert werden können (siehe auch die Vielzahl von Beeinflußungsgrößen bei

Tachistoskop-Untersuchungen zur funktionalen Hemisphärenspezialisierung im folgenden Kapitel).
Ein Mangel des Verfahrens kann weiter ggf. in seiner methodischen, verfahrenstechnischen Aufwendigkeit gesehen werden, der jedoch wohl aufgehoben wird durch theoretische Exaktheit in bezug auf die zu kontrollierende interhemisphärische Organisation.

Die abschließend angeführte Übersicht von WITTLING (1973) führt Untersuchungen zu Reaktionszeitmessungen auf, wobei insgesamt die erwarteten Dominanzverhältnisse bezüglich verbaler gegenüber nicht-verbaler Reize sich wiederspiegeln:

Fragestellung Autoren Erscheinungsjahr	Überlegene Gesichtsfeldhälfte linke GFH	keine Diff.	rechte GFH
	(Anzahl der Einzeluntersuchungen		
A. Untersuchungen, die auf der Messung manueller motorischer Reaktionszeiten basieren			
Detektion von Helligkeitsreizen Bradshaw & Perriment (1970) Jeeves & Dixon (1970) Berlucchi, Heron, Hyman, Rizzolatti & Umilta (1971) Jeeves (1972	3	2	-
Detektion punktförmiger Reize Filbey & Gazzaniga (1969)	-	1	-
Diskrimination von Zahlen Davis & Schmit (1971)	-	2	-
Diskrimination der physikal. Reizstruktur von Buchstabenpaaren Cohen (1972) Geffen, Bradshaw & Nettleton (1972)	4	1	-

Diskrimination der semätischen Bedeutung von Buchstabenpaaren Cohen (1972) Geffen, Bradshaw & Nettleton (1972)	1	1	4
Identifikation von Zahlen Geffen, Bradshaw & Wallace (1971)	-	-	1
Rekognition von Buchstaben Klatzky (1970) Klatzky & Atkinson (1971) Rizzolatti, Umilta & Berlucchi (1971) Moscovitch (1972) Umilta, Frost & Hyman (1972)	2	3	5
Rekognition von Gesichtern Geffen, Bradshaw & Wallace (1971) Rizzolatti, Umilta & Berlucchi (1971)	2	-	-
Identifikation des Namens bekannter Objekte Klatzky (1970) Klatzky & Atkinson (1971)	-	-	2
Begriffliche Identifikation bekannter Objekte Klatzky (1972)	-	1	-
Objekt-Rekognition Klatzky (1972)	-	1	-
Rechenfähigkeit (Addition, Subtraktion) Dimond & Beaumont (1972)	-	1	-
B. Untersuchungen, die auf der Messung verbaler Reaktionszeiten basieren			
Detektion punktförmiger Reize Filbey & Gazzangia (1969)	-	-	1
Detektion von Zahlen Geffen, Bradshaw & Wallace (1971)	-	1	-
Diskrimination geometrischer Figuren Dimond & Beaumont (1972)	-	1	-
Rekognition von Gesichtern Geffen, Bradshaw & Wallace (1971)	-	1	-
Identifikation von Farben Dimond & Beaumont (1972)	-	1	-

Identifikation von Zahlen Geffen, Bradshaw & Wallace (1971)	-	-	1
Identifikation von Buchstaben Moscovitch & Catlin (1970) Carmon, Nachshon, Isseroff & Kleiner (1972)	-	1	3

8. Hemisphärendominanz und optische Wahrnehmung bei Tachistoskop-Untersuchungen x[1]

8.1. Einleitung

Im Rahmen der Erforschung der funktionellen Asymmetrie der Hirnhemisphären gewannen insbesondere in den letzten zehn Jahren zwei Untersuchungsmethoden zunehmend an Bedeutung: zum einen das Dichotic-Listening-Verfahren (s. folgendes Kapitel), zum anderen das - im übrigen zu den klassischen Methoden der experimentellen Psychologie zu rechnende - tachistoskopische Verfahren bei optischer Wahrnehmung.

Bei den hier referierten Tachistoskop-Untersuchungen werden gewöhnlich - beim Fixieren eines zentralen Punktes - in den beiden Gesichtsfeldhälften (GFH) sukzessiv oder simultan optische Reize (Buchstaben, Wörter, geometrische Figuren u. a.) kurzfristig dargeboten. Werden nun bestimmte im linken oder rechten Gesichtsfeld dargebotene Reize in einer dieser beiden GFH besser erkannt oder erinnert, so kann damit entsprechend den anatomischen Grundlagen bei optischer Wahrnehmung auf eine funktionelle Asymmetrie oder Spezialisierung in der Wahrnehmung oder Analyse dieser spezifischen Reize in einer der Hemisphären geschlossen werden. Neben dieser Zuordnung der linken (rechten) GFH zum rechten (linken) optischen Rindenfeld bestehen weiter

x[1]: Überarbeitetes und ergänztes Übersichtsreferat von DEEGENER (1974)

Verknüpfungen mit anderen Rindenfeldern und Assoziationsgebieten sowie eine Kommissurenverbindung zwischen den beiden Rindenzentren über den Balkenwulst, wobei auf diesem Weg eine Synapse eingeschaltet ist, was zu einer Leitungsverzögerung gegenüber dem direkten Weg innerhalb einer Hemisphäre führt (POECK, 1968).

Neben der angeführten sukzessiven oder simultanen Reizdarbietung (entsprechend einer unilateralen oder bilateralen Reizdarbietung) in den beiden GFH können die Untersuchungen auch monokular oder binokular durchgeführt werden. Danach ergeben sich vier Kombinationsmöglichkeiten:

1.) simultane Reizdarbietung in den GFH bei binokularem Sehen
2.) simultane Reizdarbietung in den GFH bei monokularem Sehen
3.) sukzessive Reizdarbietung in den GFH bei binokularem Sehen
4.) sukzessive Reizdarbietung in den GFH bei monokularem Sehen

Entsprechend den anatomischen Gegebenheiten ergeben sich damit die im Folgenden angeführten kortikalen Repräsentationen.

Zu 1.) simultane Reizdarbietung in den GFH bei binokularem Sehen:
Reizdarbietung in der linken GFH bewirkt Erregung der rechten temporalen und der linken nasalen Retinahälften und ist dem rechten optischen Rindenfeld (über den rechten Tractus opticus) zugeordnet, während umgekehrt Reizdarbietung in der rechten GFH Erregung in der linken temporalen und der rechten nasalen Retina bewirkt und dem linken optischen Rindenfeld zugeordnet ist.

Zu 2.) Bei monokularem Sehen, aber simultaner Darbietung der Reize in den GFH ergeben sich zwei Möglichkeiten:

a) beim Sehen mit dem linken Auge wird die rechte GFH über die linke temporale Hemiretina dem linken optischen Rindenzentrum zugeordnet, während die linke GFH über die linke nasale Hemiretina dem rechten Rindenzentrum zugeordnet ist,

b) beim Sehen mit dem rechten Auge ergeben sich analog abzuleitende Repräsentationen.

Zu 3.) Bei sukzessiver bzw. unilateraler Reizdarbietung in den GFH sowie binokularem Sehen ergeben sich die folgenden Verbindungen:

a) bei Reizdarbietung in der linken GFH wird Erregung über die linke nasale sowie rechte temporale Hemiretina zum rechten optischen Rindenfeld geleitet,

b) bei Reizdarbietung in der rechten GFH wird Erregung über die rechte nasale und linke temporale Retinahälfte in das linke optische Rindenzentrum geleitet.

Zu 4.) Bei sukzessiver oder unilateraler Darbietung in den GFH sowie monokularem Sehen ergeben sich vier Möglichkeiten:

a) beim Sehen mit dem linken Auge sowie Reizdarbietung in der linken GFH wird die Erregung über die linke nasale Hemiretina dem rechten optischen Rindenzentrum zugeleitet.

b) beim Sehen mit dem linken Auge sowie Reizdarbietung in der rechten GFH wird Erregung über die linke temporale Hemiretina in das linke optische Rindenzentrum geleitet.

c) und d) Die kortikale Repräsentation der GFH beim Sehen mit dem rechten Auge und unilateraler Reizdarbietung läßt sich analog a) und b) ableiten.

Binokulare oder monokulare Untersuchungen unterscheiden sich

dabei hinsichtlich ihrer Möglichkeiten und theoretischen Ableitungen zur Erfassung funktionaler Hemisphärendifferenzen nicht grundsätzlich, jedoch können sich Aufschlüsse ergeben über Effizienzunterschiede einzelner gekreuzter oder ungekreuzter Leitungsbahnen sowie über spezifische Überlegenheiten - nasaler oder temporaler - Retinahälften oder hinsichtlich der Äugigkeit. Dabei können spezifische apparative Versuchsanordnungen dafür sorgen, daß die Informationsdarbietung nur die jeweiligen temporalen oder nasalen Retinahälften erreicht (vgl. DIMOND, 1970).

8.2. Sukzessive oder simultane Reizdarbietung in den Gesichtsfeldhälften

Wurden nun Reize mit einem Tachistoskop entweder in der linken oder rechten GFH sukzessiv dargeboten, so ergaben sich in Untersuchungen mit Erwachsenen bei binokularem Sehen die folgenden Seitendifferenzen:

Zahlen (HINES und SATZ, 1974), Buchstaben (BRYDEN, 1964, 1965, 1966; BRYDEN und RAINEY, 1963; KIMURA, 1966) und Wörter (MISHKIN und FORGAYS, 1952; TERRACE, 1959; HARCUM und JONES, 1962; HARCUM und FINKEL, 1963; DORNBUSCH und WINNICK, 1965; FONTENOT und BENTON, 1972; CAPLAN et al., 1974) sowie konkrete Gegenstandszeichnungen (BRYDEN und RAINEY, 1963; WYKE und ETTLINGER, 1961) wurden besser bzw. eher erkannt, wenn sie in der rechten GFH dargeboten wurden. Keine signifikanten Seitenunterschiede wurden dagegen mit geometrischen Figuren (BRYDEN, 1960, 1964; BRYDEN und RAINEY, 1963; TERRACE, 1959; HERON, 1957) und sinnlose Formen (HERON, 1957; TERRACE, 1959; KIMURA,1966) gefunden. Bei Aufgaben mit Mengenschätzungen von Punkten und Formen (KIMURA, 1966) wurde eine signifikant bessere Leistung bei Darbietung der Reize in der linken GFH erzielt (s. entsprechende Tendenz bei KIMURA, 1966 für die Lokalisation von einzelnen Punkten), während in der gleichen Untersuchung bei der Mengenschätzung von Buchstaben kein signifikanter Seitenunterschied auftrat. UMILTA et al. (1974) fanden je nach Aufgabenstellung unterschiedliche

Überlegenheiten der rechten oder linken Hemisphäre bei Diskriminationsaufgaben in bezug auf die Richtung von Rechtecken. Die Unterschiede wurden mit einer Bevorzugung verbaler Strategien durch die linke Hemisphäre sowie nichtverbaler Strategien durch die rechte Hemisphäre erklärt, in Abhängigkeit durch die Aufgabenstellung. FONTENOT und BENTON (1972) fanden weiter, daß die Richtung von Strichen in der linken GFH besser erkannt wurde als in der rechten GFH (s. auch DURNFORD und KIMURA, 1971 in bezug auf die Tiefenwahrnehmung und DAVIDOFF, 1975 in bezug auf die Wahrnehmung von Helligkeitsunterschieden). NEBES (1973) bot drei Patienten mit Kommissurendurchtrennung quadratische Anordnungen von Punkten tachistoskopisch in der rechten oder linken GFH an, wobei diese Punktmuster entweder vertikaler oder horizontaler Ausrichtung waren. Alle drei Patienten wiesen eine größere Genauigkeit im Erkennen der Ausrichtungen bei Darbietung in der linken GFH auf. Für nicht-verbale Stimuli wie z. B. Gesichter fanden RIZOLATTI et al. (1971) ebenfalls eine Überlegenheit für die linke GFH (vgl. auch GROSS, 1972).

Andere Rechts-Links-Unterschiede als bei der sukzessiven Darbietung ergaben sich, wenn die optischen Reize gleichzeitig in die beiden GFH projiziert wurden: bei dieser simultanen Versuchsanordnung wurden verschiedenartig$_{ste}$ Reize in der linken GFH besser erkannt als in der rechten GFH (Buchstaben: BRYDEN und RAINEY, 1963; BRYDEN, 1960; HERON, 1957; geometrische Figuren: BRYDEN und RAINEY, 1963; BRYDEN, 1960; konkrete Gegenstandszeichnungen: BRYDEN und RAINEY, 1963; Ausnahmen: WYKE und ETTLINGER, 1961 sowie OLSON, 1973, die auch bei simultaner Darbietung eine Überlegenheit für die rechte GFH fanden. Weiter fanden Mac KAVEY et al., 1975 für Wortpaare bei bilateraler Darbietung eine Bevorzugung des rechten Gesichtsfeldes, und zwar zum Teil auch dann, wenn eine deutliche Tendenz vorhanden war, zunächst die Reize der linken GFH wiederzugeben).

KIMURA (1959) konnte zeigen, daß mit größerer Distanz zum Fixationspunkt bei simultaner Darbietung von Buchstaben eine Überlegenheit für die rechte GFH auftrat (entsprechendes Ergebnis bei CROVITZ und LIPSCOMP, 1963 mit Zahlenmaterial).

3. Lesegewohnheiten

MISHKIN und FORGAYS (1952) fanden bei zweisprachigen Versuchspersonen (Hebräisch, Englisch), daß englische Wörter signifikant besser in der rechten, hebräische Wörter (die von rechts nach links gelesen werden) jedoch besser - allerdings nicht signifikant - in der linken GFH erkannt wurden. ORBACH (1952) untersuchte weiter den Einfluß, ob zweisprachige Versuchspersonen zuerst Englisch oder Hebräisch gelernt hatten. Es zeigte sich, daß eine signifikante Überlegenheit für die linke GFH nur bei den Probanden auftrat, die Hebräisch zuerst gelernt hatten und im Versuch hebräisch lasen. Bei allen anderen Versuchsbedingungen wurde eine Überlegenheit für die rechte GFH beobachtet. ORBACH (1967) berücksichtigte in diesem Zusammenhang zusätzlich die Händigkeit der Versuchspersonen: Er untersuchte gebürtige Israelis, die alle Hebräisch als Muttersprache gelernt hatten und Englisch als zweite Sprache. Die rechtshändigen Versuchspersonen erkannten sowohl englische wie hebräische Wörter in der rechten GFH besser, wobei allerdings diese Tendenz für die englischen Wörter ausgeprägter war. Linkshänder erkannten nur die englischen Wörter in der rechten GFH besser, während bei ihnen eine - nicht signifikante - Tendenz bestand, hebräische Wörter besser in der linken GFH wahrzunehmen.

Bei Ausschaltung der gelernten Lesegewohnheiten durch vertikale Darbietung von hebräischen und englischen Wörtern

fanden BARTON et al. (1965) auch bei den folgenden Versuchspersonen eine signifikante Überlegenheit für die rechte GFH: 1. Israelis, die Hebräisch als erste Sprache gelernt hatten und es fließender sprechen konnten als das ebenfalls beherrschte Englisch, 2. Versuchspersonen mit Englisch als Muttersprache (s. a. GODDGLASS und BARTON, 1963).

Bei der horizontalen Darbietung einer Reihe von ausgefüllten und nicht ausgefüllten Kreisen (AYRES und HARCUM, 1962; HARCUM et al., 1963) fand sich bei englischsprachigen Versuchspersonen, daß sie ihre Reproduktionen von links nach rechts vornahmen und weiter die Kreise von der linken Seite besser wiedergaben als von der rechten (s. a. HARCUM und DYER, 1962; HARCUM et al., 1962; Ausnahme: AYRES, 1966, der keine Seitenunterschiede fand).
Andererseits fand sich bei Israelis (HARCUM und FRIEDMAN, 1963), die Hebräisch als erste Sprache gelernt hatten, die Tendenz, das Reizmaterial von rechts nach links wiederzugeben bei weniger Fehlern für die rechte Seite.

Ein weiterer Hinweis auf den Einfluß von Lesegewohnheiten zeigte sich in Untersuchungen, in denen Wörter in Spiegelschrift dargeboten wurden und so eine Umkehr der Leserichtung bewirkt wurde. Bei diesen Versuchen wurde - im Gegensatz zu normal dargebotenen Wörtern - eine Überlegenheit für die linke GFH gefunden (HARCUM und FINKEL, 1963; HARCUM und FILION, 1963; HARCUM, 1966). Wurden nur Einzelbuchstaben oder deren Spiegelbilder projiziert, so fand BRYDEN (1966) dagegen eine Überlegenheit jeweils für die rechte GFH.
Der Einfluß von Lesegewohnheiten auf die Seitendifferenzen scheint größer bei der Darbietung von mehreren Buchstaben gegenüber einer Projektion von Einzelbuchstaben (BRYDEN, 1966, 1964). Bei vorgeschriebener Reihenfolge der Wiedergabe der Reize (Buchstaben) zeigte sich (BRYDEN, 1960), daß bei beiden Anordnungen (von links nach rechts oder umgekehrt) das Reizmaterial der linken GFH besser

wiedergegeben wurde - entsprechend der Erwartung bei simultaner Darbietung. Allerdings wurden bei der instruierten Wiedergabe von links nach rechts mehr richtige Antworten gegeben. Geometrische Formen wurden nur in der linken GFH besser erkannt, wenn die Reihenfolge der Wiedergabe von links nach rechts war, während umgekehrt (bei Reproduktion von rechts nach links) eine Überlegenheit für die rechte GFH beobachtet wurde (s. a. DICK und MEWHORT, 1967).

Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang weiter die Arbeit von FORGAYS (1952), der eine zunehmende Überlegenheit für die rechte GFH (bei der sukzessiven Darbietung von Wörtern) fand, je länger die Versuchspersonen zur Schule gegangen waren (entsprechende Hinweise bei DYER und HARCUM, 1961 sowie KIMURA, 1959).

Es sei noch die Untersuchung von DORNBUSCH und WINNICK (1965) angeführt: Die Autoren boten Wörter verschiedener Approximationsstufen sukzessiv in den beiden GFH dar und fanden mit steigendem Ordnungsgrad einhergehende wachsende Überlegenheit für die rechte GFH (vgl. auch MILLER et al., 1954).

8.4. Lesegewohnheiten vs Hemisphärendominanz

Die referierten Rechts-Links-Unterschiede bei tachistoskopischer Darbietung optischer Reize wurden zunächst insbesondere mit angelernten Lesegewohnheiten (left-to-right reading habits, directional scanning) einerseits sowie mit der funktionellen Asymmetrie der Hemisphären andererseits erklärt. So ging z. B. HERON (1957) von den folgenden Beobachtungen aus: Beim Lesen englischer Wörter treten insbesondere zwei Arten von Augenbewegungen auf, einmal von links nach rechts entsprechend der Zeilenrichtung bzw. dem 'Lesen' eines Wortes, zum anderen umgekehrt von rechts nach links beim Übergang vom Zeilenende zum Zeilenanfang

bzw. zum Ausgangspunkt eines Wortes. Diese beiden 'gebahnten' Tendenzen würden nun bei der Darstellung eines Wortes nur in der rechten GFH in die gleiche Richtung verlaufen, während bei Projektion von Wörtern in die linke GFH diese Bewegungen konträr verliefen (mit der Zusatzannahme, daß der Suchprozeß zum Ausgangspunkt einer Zeile bzw. eines Wortes dominant wäre gegenüber den Augenbewegungen von links nach rechts beim 'Lesen' der Reize). Bei sukzessiver Darbietung würde man daher eine bessere Erkennungsleistung in der rechten GFH erwarten, während bei simultaner Darbietung eine Überlegenheit für die linke GFH resultieren müßte.

MISHKIN und FORGAYS (1952) gehen aufgrund der verschiedenen Leserichtungen bei englischen und hebräischen Wörtern davon aus, daß es beim Lesen englischer Wörter zu einem selektiven Training der linken Hemiretina kommt, während bei hebräischen Wörtern ein selektives Training der rechten Hemiretina erfolge. Gegen diese Annahmen wendet sich ORBACH (1967) und postuliert in gewisser Annäherung an HERON (1957), daß aufgrund der Leserichtung englische Wörter besser in der rechten, hebräische dagegen besser in der linken GFH wahrgenommen werden. Bei Fixierung eines in der Mitte des Gesichtsfeldes gelegenen Fixationspunktes würden insbesondere die Anfänge der Wörter am meisten Information bieten zum Erschließen des gesamten Wortes: Beim Lesen von links nach rechts würden so englische Worte in der rechten GFH besser erkannt werden, und entsprechend umgekehrt gilt eine bessere Wahrnehmung hebräischer Wörter für die linke GFH (zur Annahme eines "Scanning"-Prozesses auch unabhängig von Lesegewohnheiten siehe BRAINE, 1968 sowie TAKALA, 1951).

Die alternative Hypothese betont die funktionelle Asymmetrie der Hemisphären und erklärt die Überlegenheit der rechten GFH bei sukzessiver Darbietung von z. B. Wörtern mit den direkteren Verbindungen zwischen der rechten GFH mit den

Sprachzentren der linken Hemisphäre. Die rechte Hemisphäre erscheint dagegen dominant für die Wahrnehmung nicht oder nur sehr schwer verbalisierbarer, komplexer optischer Stimuli zu sein. Während KIMURA dabei weiter von einem Effizienzverlust transcallosaler Übertragung ausgeht, nimmt KINSBOURNE (1970) an, daß bestimmte Erwartungshaltungen zu einer Aktivierung der für spezifisches (und erwartetes) Reizmaterial dominanten Hemisphäre führen mit der Folge einer Aufmerksamkeitszentrierung auf das contralateral zur dominanten Hemisphäre liegende Gesichtsfeld (analog gekreuzter kortikaler Repräsentation motorischer Funktionen).

BRYDEN führt in diesem Zusammenhang als weitere Erklärungsmöglichkeit von Seitenunterschieden bei simultaner Reizdarbietung unterschiedliche Gedächtnisspeicherungen an: er beobachtete, daß die überwiegende Anzahl von Probanden bei simultaner Darbietung der Reize in den beiden GFH sowie freigestellter Reihenfolge der Wiedergabe der Reize die dargebotenen Stimuli von links nach rechts wiedergaben (Untersuchung zum Effekt des 'order of report'). Gedächtnisfaktoren können dann die Ergebnisse beeinflußen, wenn zwischen der Verbalisierung von Reizen in der rechten GFH zur Verbalisierung der Reize in der linken GFH ein systematisch ausgerichteter Zeitunterschied auftritt.

Aufgrund der referierten Arbeiten deutet sich ein überlagernder Einfluß von Lesegewohnheiten und funktionellen Hemisphärenasymmetrien an. Bei sukzessiver Darbietung scheint die Art des Reizmaterials (verbalisierbar vs nicht verbalisierbar) den größten Einfluß auf die Seitenunterschiede auszuüben, während bei simultaner Darbietung gelernte Lesegewohnheiten die gefundenen Seitendifferenzen überwiegend beeinflussen (vgl. auch CARMON et al., 1975).

Der Einfluß von Lesegewohnheiten scheint stark gemindert werden zu können durch besondere Versuchsanordnungen wie z. B. Projizierung von Einzelbuchstaben statt mehreren

Buchstaben (s. jedoch HARCUM, 1964, der spezifische Tendenzen fand, je nachdem symmetrische - z. B. H, X - oder asymmetrische - z. B. G, B - Buchstaben verwendet wurden) vertikaler Darbietung von Wörtern statt horizontaler, sehr kurzfristiger Darbietung zur Minimalisierung von Augenbewegungen, Kontrolle von Gedächtnisfaktoren und Wiedergabetendenzen sowie Ausschaltung von spezifischen Erwartungshaltungen durch entsprechende Versuchsanordnungen. BARTON et al. (1965) fanden so bei vertikaler Darbietung von englischen und hebräischen Wörtern jeweils Überlegenheiten für die rechte GFH, und Mc KEEVER und HULING (1971, a, b) fanden eine Überlegenheit für die rechte GFH auch bei simultaner Darbietung von Worten in den beiden GFH, wenn die Fixierung eines zentralen Punktes im Gesichtsfeld durch die Versuchsperson gewährleistet war.

Der Einfluß der Aufgabenstellung auf die Gesichtsfelddifferenzen wurde von GIBSON et al. (1972) bei Darbietung von Wörtern geprüft. Zunächst wurde ein Wort im gesamten Gesichtsfeld dargeboten, und anschließend ein zweites Wort gesichtsfeldhälftenabhängig (links oder rechts) projiziert: Aufgabe der Versuchsperson war es, die beiden projizierten Wörter miteinander zu vergleichen, und es ergab sich eine größere Genauigkeit für den richtigen Vergleich der beiden Wörter bei Exposition im linken Gesichtsfeld. Zum Teil kann dieses Ergebnis dadurch erklärt werden, daß von den Versuchspersonen keine verbale Antwort gefordert wurde, sondern die Aufgabenstellung (matching) vielmehr über wahrnehmungsorganisatorische Funktionen gelöst wurde und daraus eine Überlegenheit der linken GFH (entsprechend rechter Hemisphäre) resultierte.

8.5. Untersuchungen bei Hirnorganikern

HOYOS (1949) interpretierte die höhere Fehlerzahl bei Hirnverletzten gegenüber gesunden Probanden in den von ihm durchgeführten tachistoskopischen Untersuchungen als eine Verlangsamung der optischen Auffassung, welche eng ver-

knüpft sei mit dem gesamten psychischen Geschehen: Patienten mit Antriebsschwäche wiesen höhere Fehlerzahlen auf als Patienten mit "Störungen des Antriebs in Form von Drangzuständen". SPREEN (1957) kommt aufgrund seiner Versuche zu dem Schluß, daß eine signifikante Trennung zwischen "Normalen und Abnormen" möglich sei, zwischen den Werten bei Hirnverletzten und Neurotikern aber fand er keinen signifikanten Unterschied.

Bei tachistoskopischer Darbietung von geometrischen Formen konnte MINGACCI (1966) nur unzureichende Trennungen zwischen hirngeschädigten und hirngesunden Kindern erzielen, während PRÜSSING (1964) insbesondere für die tachistoskopische Figur-Grund-Wahrnehmung sognifikante Unterschiede zwischen hirngeschädigten und hirngesunden Kindern im Alter von 8-14 Jahren fand (bei den 6-7 jährigen Probanden war der Unterschied nicht signifikant: Erst etwa vom 7. Lebensjahr an zeigte sich bei den gesunden Kindern ein deutlicher Sprung in der Entwicklung der Figur-Grund-Differenzierung). Auch WEWETZER (1959) fand insbesondere bei zwei tachistoskopisch dargebotenen Verfahren (Figur-Grund-Test; Prüfung ganzheitlicher Erfassung) signifikante Unterschiede in der Leistung von hirngeschädigten und gesunden Kindern im Alter von 6-15 Jahren.

KIMURA (1963) untersuchte Patienten mit einseitiger temporaler Lobektomie: Bei der tachistoskopischen Darbietung von Buchstaben und vertrauten überlappenden Figuren fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Patienten mit rechter oder linker temporaler Lobektomie. Bei Mengenschätzungen von Punkten sowie dem Erkennen von überlappenden sinnlosen Formen war die Leistung der Gruppe mit rechtstemporaler Lobektomie signifikant schlechter als die der linkstemporalen, während beim Erkennen von vertrauten Objekten die Gruppe mit linkstemporaler Lobektomie niedrigere Werte erzielte (s. a. MEIER und FRENCH, 1965).

DORFF et al. (1965) verglichen die Leistungen von Patienten mit linker oder rechter Lobektomie bei gesichtsfeldabhängiger - sukzessiver - Darbietung von Buchstaben. Bei beiden Gruppen war die Leistung im contralateral zur Schädigung liegenden Gesichtsfeld schlechter als im ipsilateralen. Wurden die Buchstaben simultan in beide GFH projiziert, so war die Gruppe mit rechter temporaler Lobektomie in der Leistung für beide GFH herabgesetzt - verglichen mit den Werten einer Kontrollgruppe -, während Patienten mit linker temporaler Lobektomie nur einen starken Abfall für die rechte GFH aufwiesen bei fehlendem Leistungsabfall für die linke GFH. Die Autoren erklären diese Unterschiede bei simultaner Darbietung mit der Dominanz des rechten Temporallappens für optische Wahrnehmung.

SHAI et al. (1972) verglichen die Leistungen von Patienten mit Läsionen im Bereich der linken oder rechten A. cerebri med. sowie nicht hirngeschädigte Probanden. Das tachistoskopisch dargebotene Reizmaterial (sukzessive Darbietung, monokulares Sehen) bestand aus Wörtern oder sinnlosen Formen. Es zeigte sich, daß sowohl Wörter als auch sinnlose Formen besser erkannt wurden, wenn sie im contralateralen Gesichtsfeld der nicht geschädigten Hemisphäre dargeboten wurden. Bei der linksseitig geschädigten Gruppe war diese Tendenz für verbale Reize größer als für nicht-verbale Stimuli, während bei den rechtsseitig Geschädigten insbesondere das nicht-verbale Material in der rechten GFH besser erkannt wurde.

WARRINGTON und JAMES (1967) fanden bei der Mengenschätzung von Punkten nur bei den rechtsseitig Hirngeschädigten signifikant mehr Fehler gegenüber den Werten einer Kontrollgruppe, während zwischen den Patienten mit Schädigung der linken Hemisphäre sowie der Kontrollgruppe keine signifikante Differenz auftrat.

8.6. Versuche mit monokularem Sehen, Einfluß von Äugigkeit, Händigkeit und Leseleistung

OVERTON und WIENER (1966) boten Wörter skuzessiv in den beiden GFH dar und fanden bei monokularem Sehen die folgenden Tendenzen: Nur beim Sehen mit dem linken Auge wurden Wörter in der rechten GFH besser erkannt als in der linken, während für das rechte Auge keine Seitenunterschiede beobachtet wurden. Die Seitendifferenz beim Sehen mit dem linken Auge beruhte darauf, daß insbesondere die in der äußeren rechten GFH dargebotenen Wörter besser erkannt wurden (entsprechend einer Reizung der äußeren - temporalen - linken Hemiretina), während diese Tendenz für Wörter, die näher zum Fixationspunkt dargeboten wurden, sehr viel geringer war.
GOODGLASS und BARTON (1963, Wörter) sowie BARTON et al. (1965, Wörter, Buchstaben) fanden zwar in ihren Untersuchungen mit monokularem Sehen für beide Augen eine Überlegenheit der rechten GFH, aber auch bei BARTON et al. war dieser Effekt für das linke Auge ausgeprägter als für das rechte. Entsprechende Ergebnisse fanden Mc KEEVER und HULING (1970), SHAI et al. (1972) sowie HIRATA und OSAKA (1967).

In der Arbeit von ZURIF und BRYDEN (1969) mit simultaner Darbietung von Buchstaben in den beiden GFH ergab sich eine Überlegenheit für die nasalen GFH gegenüber den temporalen (s. auch Mc KINNEY, 1969), jedoch korrelierte diese Tendenz weder mit der Überlegenheit für die rechte GFH noch mit der Händigkeit.

Die Untersuchungen zur Überlegenheit temporaler oder nasaler GFH erbrachten insgesamt sehr widersprüchliche Ergebnisse, die ggf. durch unterschiedliche Darbietungszeiten oder die verschiedenen Häufigkeiten der Versuchsdurchgänge mitbedingt sind (CARMON et al., 1975; SAMPSON, 1969).

KIMURA (1966, 1969) und BRYDEN (1965) konnten keinen bedeutsamen Zusammenhang zwischen Äugigkeit und den auftretenden Gesichtsfelddifferenzen beobachten. KERSHNER (1971) sowie KERSHNER und GWANG-RONG JENG (1972) nehmen dagegen aufgrund ihrer Arbeiten an, daß die contralateralen afferenten Projektionen der Retina eine größere funktionelle Bedeutung haben als die ipsilateralen und deswegen Probanden mit linker Äugigkeit besonders für nicht verbale Stimuli bessere Leistungen aufweisen gegenüber höheren Werten bei Probanden mit rechter Äugigkeit für verbale Reize.
Äugigkeit und Händigkeit wurden in der Arbeit von SAMPSON und SPONG (1961) bestimmt: Versuchspersonen mit rechter Äugigkeit, insbesondere jene mit rechter Äugigkeit und rechter Händigkeit, zeigten bessere Leistungen als Versuchspersonen mit linker Äugigkeit, hier insbesondere jene mit linker Äugigkeit und linker Händigkeit.

BRYDEN (1964) fand bei der sukzessiven Darbietung von Buchstaben, daß mehr Rechtshänder als Linkshänder eine Überlegenheit für die rechte GFH aufwiesen. In einer weiteren Arbeit (BRYDEN, 1965) zeigte sich, daß Rechtshänder mehr Einzelbuchstaben erkannten, wenn sie in die rechte GFH projiziert wurden, während bei Linkshändern kein Seitenunterschied auftrat. Familiäre Linkshänder (unter den Eltern oder Geschwistern waren Linkshänder) wiesen - im Gegensatz zu den nicht familiären Linkshändern - eine Überlegenheit für die linke GFH auf (s. entsprechende Tendenzen bei ZURIF und BRYDEN, 1967; vgl. auch ORBACH, 1967 sowie HINES und SATZ, 1974, die größere Seitendifferenzen bei Rechtshändern als bei Linkshändern berichten). GOODGLASS und BARTON (1963) fanden keine signifikanten Unterschiede zwischen Rechts- und Linkshändern in der Überlegenheit für die rechte GFH bei allerdings vertikaler Darbietung von Buchstaben.

YENI-KOMSHIAN et al. (1975) fanden bei schlechten Lesern eine stärkere Lateralisation als bei den guten Lesern:

während die Leistungen für die rechte GFH bei beiden Gruppen annähernd gleich waren, erreichten schlechte Leser sehr viel niedrigere Ergebnisse für die linke GFH als gute Leser. Die Autoren nehmen aufgrund ihrer Untersuchung und Ergebnissen der Literatur an, "daß schlechte Leser entweder in irgend einer Weise unter einer verminderten Verarbeitung von Eindrücken in der rechten Hemisphäre leiden oder daß bei ihnen die Übertragung von der rechten zur linken Hemisphäre herabgesetzt ist." Zu etwas anderen Ergebnissen kamen MARCEL et al. (1974): für gute und schlechte Leser ergab sich eine Überlegenheit für die rechte GFH, allerdings waren die Unterschiede in den Leistungen zwischen der linken und rechten GFH bei den guten Lesern größer als bei den schlechten Lesern. Da weiter die schlechten Leser bei Darbietung der Reize in der linken GFH bessere Leistungen aufwiesen als die guten Leser, wurde für die weniger lateralisierten schlechten Leser auf eine Überlegenheit in der Verarbeitung verbaler Reize in der rechten Hemisphäre (gegenüber guten Lesern) geschlossen.

OLSON (1973 fand bei guten Lesern (7-11 Jahre alt) mit tachistoskopisch dargebotenen Wörtern sowohl bei simultaner wie auch sukzessiver Projektion in die beiden GFH eine signifikante Überlegenheit für die rechte GFH. Dagegen wies eine kleine Gruppe von schlechten Lesern (8 und 9 Jahre alt) ohne - intellektuelle, emotionale - Störungen keine signifikanten Unterschiede zwischen den GFH auf, was von der Autorin in Hinblick auf eine geringere Dominanzausprägung interpretiert wird. Im übrigen trat die Überlegenheit für die rechte GFH bei den guten Lesern sowohl für Rechts-, Links- und Beidhänder auf.

PERRET et al. (1970) verwendeten eine weitere Darbietungsmodifikation in ihrer Untersuchung mit dreißig rechtshändigen gesunden Probanden unter Mitberücksichtigung der Sehschärfe: während ein verbaler Reiz z. B. in der linken GFH dargeboten wurde, wurde gleichzeitig ein nicht-verbaler

Reiz in die rechte GFH projiziert. Probanden mit niedriger Sehschärfe konnten sprachliche Reize besser in der rechten GFH (linke Großhirnhemisphäre) als in der linken (rechte Großhirnhemisphäre) identifizieren, während sie die nicht-sprachlichen Reize in beiden GFH gleich gut wahrnahmen. Versuchspersonen mit hoher Sehschärfe erkannten verbale wie nicht-verbale Reize in beiden GFH gleich gut.

8.7. Zusammenfassung

Wahrnehmungsdifferenzen zwischen den beiden GFH werden u. a. von den folgenden Variablen beeinflußt: simultane oder sukzessive Darbietung in den GFH; Darbietungsdauer der Stimuli; Lesegewohnheiten; Art, Menge und Lokalisation der Reize; Art der geforderten Reihenfolge der Wiedergabe der Reize; Art der geforderten Reaktion der Versuchsperson (verbal oder manuell-motorisch); monokulares oder binokulares Sehen; Händigkeit; Aufmerksamkeitszentrierung und Erwartungshaltungen; funktionale Hemisphärenasymmetrien (s. a. die detaillierte Übersicht von WHITE, 1969).

Unter gut kontrollierten Bedingungen erscheint es trotz der Vielzahl der beeinflußenden Faktoren einigermaßen zeit- und kostenökonomisch möglich, die relativen Dominanzverhältnisse zwischen den Hemisphären bezüglich spezifischer Aufgaben und Schwierigkeitsgrade verläßlich zu bestimmen. In Übereinstimmung mit anderen Untersuchungstechniken läßt sich aufgrund der angeführten Tachistoskopversuche zusammenfassen, daß die linke Hemisphäre (in ihren rückwärtigen Abschnitten) dominant erscheint für die Wahrnehmung oder Analyse verbaler bzw. leicht verbalisierbarer (vertrauter) optischer Reize, während bei nicht bzw. schwer verbalisierbaren (nicht vertrauten) komplexeren optischen Reizen eine Überlegenheit für die rechte Hemisphäre angenommen werden kann.

Hervorgehoben werden sollte, daß ein entscheidender Vorteil dieses Verfahrens darin zu sehen ist, daß es bei

Gesunden angewendet werden kann und so viele kritische Einwände gegenüber Untersuchungen mit Ausschaltungstechniken entfallen.
Bei Untersuchungen von leseschwachen Kindern mit Darbietung von Wörtern muß berücksichtigt werden, daß verschieden hohe Vertrautheit mit dem Reizmaterial die Leistung beeinflußen kann. So wies HANKAMMER (1973) auch bei lese-rechtschreibschwachen Kindern im Vergleich zu unauffälligen Schulkindern eine generelle Beeinträchtigung des aktiven Wortschatzes nach (vgl. auch SECORD und BACKMAN, 1964 zum Faktor 'response disposition' in Experimenten zur sozialen Wahrnehmung).
Als Kritik ist abschließend anzuführen, daß noch keine Reliabilitätsuntersuchungen bezüglich der Testwiederholung vorliegen, und nur von HINES und SATZ (1974) für die Testhalbierungsmethode (split-half) ein Reliabilitätsmaß von 0.46 mitgeteilt wird (nur für den Differenzwert zwischen den GFH).

9. Dichotic-Listening-Verfahren x[1]

9.1. Einleitung

Das Dichotic-Listening-Verfahren (DLV) wurde von BROADBENT (1954, 1956, 1957, 1958) zur Prüfung des Kurzzeit-Gedächtnisses entwickelt und innerhalb der hier referierten Forschung vielfach übernommen und modifiziert: Über Stereo-Kopfhörer werden gleichzeitig für jedes Ohr verschiedene Zahlen bzw. Geräusche, Wörter, Töne und Melodien dargeboten, die der Proband nach bestimmten Intervallen (meist Serien von 2-6 simultan eingespielten Paaren) reproduzieren soll. Innerhalb der einzelnen Serien folgen die Paare gewöhnlich in einer Darbietung von einer halben, einer oder zwei Sekunden aufeinander. Verschiedene Darbietungsarten (z. B. dichotisch-simultane oder monaurale Reizung der Ohren) wie auch unterschiedliche Instruktionen zur Wiedergabe der Reize (z. B. Wiedergabe der Reize unabhängig vom empfangenden Ohr - free recall - oder nur für das linke oder rechte Ohr allein - monaural -) beeinflussen weiter die Art und Güte der Reproduktionsleistung sowie die Interpretation der in diesem Rahmen interessierenden Unter-

x[1] : Überarbeitetes Übersichtsreferat von Deegener (1973)

suchungsergebnisse.

Die Beziehungen zwischen den Gesichtshalbfeld- und Ohrdifferenzen wurden von BRYDEN (1965), ZURIF und BRYDEN (1969) sowie HINES und SATZ (1974) untersucht. Während sich bei BRYDEN sowie ZURIF und BRYDEN keine bedeutsamen Beziehungen zwischen den Asymmetrie- bzw. Differenzwerten (für die Ohren oder Gesichtshalbfelder) fanden, ergab sich bei HINES und SATZ ein entsprechender Befund nur für die untersuchten Linkshänder bei einer signifikanten Korrelation zwischen den beiden Verfahren (bezüglich der jeweiligen Differenzwerte) für Rechtshänder. Die Arbeit von HINES und SATZ ist dabei von der methodisch-statistischen Anlage her als beweiskräftiger gegenüber den beiden anderen Untersuchungen anzusehen, und die Autoren erklären ihren Befund mit unterschiedlichen Asymmetrieverhältnissen bei Linkshändern gegenüber Rechtshändern: "The present findings suggest that a left hander may be left hemispheric dominant for auditory language (D-L) and right dominant for visual language (VHF), or vice versa."

9.2. Die Arbeiten von KIMURA mit dem DLV

Exemplarisch und als Einführung in dieses im außeramerikanischen Raum noch wenig bekannte und beachtete Forschungsgebiet sollen zunächst die Untersuchungsergebnisse KIMURA's mit dem DLV wiedergegeben werden, um anschließend ausführlicher auf Teilprobleme einzugehen.

KIMURA (1961 a) wandte das DLV bei Patienten mit einseitiger Schädigung des Temporallappens an. Einseitige temporale Lobektomie führte nun zu einem signifikanten Abfall der Gedächtnisleistung für Zahlen, die dem Ohr contralateral zu der operierten Seite dargeboten wurden.

Bei Patienten mit gleichzeitiger Abtrennung des Heschl'schen Gyrus trat ein noch stärkerer Abfall der Leistung für das contralaterale Ohr auf. In bezug auf die Gesamtleistung (Anzahl der richtigen Wiedergaben für beide Ohren) waren die Ergebnisse bei Patienten mit linkstemporaler Schädigung signifikant schlechter als bei Patienten mit rechtstemporaler Schädigung, und zwar sowohl vor wie nach der Operation. Weiter wurde die Gesamtleistung nur bei linkstemporaler Lobektomie signifikant beeinflußt bzw. beeinträchtigt, nicht aber bei rechtsseitiger Lobektomie. Bei beiden Gruppen war der vor der Operation erzielte Wert für das rechte Ohr besser als für das linke.

In einer ergänzenden Untersuchung (KIMURA, 1961 b) wurde bei Patienten mit epileptogenen Foci die Hemisphären-Dominanz für Sprache aufgrund der Natrium-Amytal-Technik ("Wadatest") festgestellt. Im DLV ergab sich, daß - unabhängig von dem Sitz der Schädigung - mehr Zahlen für das Ohr contralateral zur sprachdominanten Hemisphäre reproduziert wurden als für das ipsilaterale Ohr, wiederum unabhängig davon, ob die linke oder rechte Hemisphäre (aufgrund des Wada-Tests) sprachdominant war. Händigkeit sowie Schwere und Lokalisation der Hirnschädigung konnten nicht als ausschlaggebend beeinflußende oder korrelierende Größen angesehen werden (vgl. KIMURA, 1967).

Bei nicht hirngeschädigten Kindern im Alter von 4-9 Jahren fand KIMURA (1963) mit dem DLV deutlich bessere Leistungen in allen Altersstufen für das rechte Ohr, d. h. bei simultan eingespielten Reihen von Zahlenpaaren (jeweils verschiedene Zahlen für beide Ohren) wurden - überwiegend signifikant - mehr Zahlen richtig reproduziert, die dem rechten Ohr dargeboten wurden. Dieser "right-ear effect" (REE) konnte auch für beide Geschlechter getrennt nachgewiesen werden, während in bezug auf den Gesamtwert (für beide Ohren) von der Tendenz her Jungen schlechtere Werte erzielten als Mädchen im Altersbereich von 4-7 Jahren

(signifikanter Unterschied bei den 5- und 6-jährigen). Unterschiede für die Geschlechter fanden sich auch bei den untersuchten Linkshändern: von 11 linkshändigen Mädchen zeigten 10 bessere Leistungen für das rechte Ohr und eines keine Unterschiede zwischen den Ohren, während von den 14 linkshändigen Jungen nur 9 bessere Leistungen für das rechte Ohr und die anderen 5 bessere Leistungen für das linke Ohr aufwiesen (was bei den letzteren auf eine rechtsseitige Hemisphärendominanz für die geforderte Leistung hindeuten könnte). In diesem Zusammenhang verweist die Autorin auf die Hypothese von TAYLOR (1962), daß bei den Jungen häufiger atypische Sprachdominanz auftritt als bei den Mädchen. TAYLOR fand bei Kindern mit "reading disability", daß nur die Jungen im DLV keinen REE aufwiesen, obwohl sie in einem Alter waren (7-11 Jahre), in dem normale Kinder deutlichen REE zeigen (s. a. WITELSON, 1962).

In Ergänzung ihrer Versuche mit Kindern (1963) teilt KIMURA (1967) neuere Untersuchungen mit, bei denen Kinder im Alter von 5-8 Jahren zwar immer deutlichen REE aufwiesen, jedoch Unterschiede zwischen den Geschlechtern zu beobachten waren. Während bei Mädchen für alle Altersstufen der REE signifikant war, konnte bei Jungen im Alter von 5 Jahren wiederholt keine signifikante Seitendifferenz festgestellt werden. Dieses Ergebnis wurde von KIMURA interpretiert als Hinweis auf eine mögliche verzögerte Entwicklung in der Dominanzausprägung für sprachliche Funktionen bei Jungen. Es sei hier angefügt, das INGRAM (1975) und NAGAFUCHI (1970) bereits bei dreijährigen Kindern den REE fanden und sich weiter bei KIMURA (1967) sowie GEFFNER und HOCHBERG (1971) Hinweise darauf fanden, daß Kinder aus niedrigen sozio-ökonomischen Schichten erst später den REE aufweisen als Kinder höherer Schichten.

Unterschiedliche Seitenbevorzugung für verschiedenes Reizmaterial fand KIMURA (1964), indem sie im DLV einmal Zahlen, zum anderen Melodien einspielte, wobei für die Melodien der Versuch unter 'Multiple choice'-Bedingungen durchgeführt wurde. Während für die Zahlen der erwartete REE auftrat, wurden umgekehrt Melodien signifikant häufiger richtig erkannt, die dem linken Ohr dargeboten wurden. Es sei noch angefügt, daß KIMURA und FOLB (1968) selbst bei rückwärts abgespielten dreisilbigen sinnlosen Wörtern einen signifikanten REE fanden.

Weiter geht KIMURA (1967) auf die Frage ein, ob der REE auch bei dichotischer oder monauraler Darbietung einerseits sowie jeweils monauraler Wiedergabe andererseits (für das linke oder rechte Ohr allein) auftritt. Bei der Darbietung von einsilbigen Wörtern (die Wortpaare hatten jeweils gleiche Vokale in der Mitte bei verschiedenen Anfangs- und Endkonsonanten) fand sich nur bei dichotischer Darbietung ein signifikanter REE, während bei monauraler Darbietung sogar ein leichtes Überwiegen für das linke Ohr zu beobachten war. Entsprechende Befunde ergaben sich bei Verwendung sinnloser (-armer) Silben (KIMURA, 1967; vgl. auch KIMURA, 1961 a,1964).

Zur Erklärung ihrer Ergebnisse geht KIMURA zunächst von den folgenden Befunden aus: das Cortische Organ eines jeden Ohres ist jeweils durch die Kreuzung der zentralen Hörbahnen im Hirnstamm mit den primären akustischen Sinnesfeldern in beiden Schläfenlappen verbunden, wobei der Anteil ungekreuzter Fasern geringer ist als der gekreuzter Fasern. Elektrophysiologische Untersuchungen an Tieren (ROSENZWEIG, 1951; TUNTURI, 1946; HALL und GOLDSTEIN, 1968) haben weiter zeigen können, daß der gekreuzte Anteil der zentralen Hörbahnen eine größere funktionelle Bedeutung besitzt als der ungekreuzte (vgl. auch BOCCA et al., 1955). Eine Bestätigung hierfür fand sich in späteren Untersuchungen mit dem DLV an

Patienten, bei denen eine Durchtrennung der Kommissuren vorgenommen wurde (MILNER et al., 1968; SPARKS und GESCHWIND, 1968).

Obwohl nun beide Cortische Organe bei Reizung Impulse sowohl in die linke als auch in die rechte Hemisphäre senden, kann angenommen werden, daß mehr und effektivere Impulse über die gekreuzten Bahnen laufen als über die nicht gekreuzten und entsprechend in der contralateralen Hemisphäre mehr neuronale Erregung bewirken als in der ipsilateralen. Hinzu tritt die funktionelle Überlegenheit einer Hemisphäre: für sprachliche Reize überwiegend die linke, für nichtsprachliche Reize überwiegend die rechte Hemisphäre. Als physiologische Grundlage für die Wahrnehmungsdifferenz im DLV wird weiter angenommen, daß in den zentralen Hörbahnen konkurrierende und hemmende Wirkungen auftreten bei teilweiser Unterdrückung von Erregungen der nicht gekreuzten Hörbahnen. Für diese Annahme spricht, daß Asymmetrien zwischen den Ohren nur bei dichotischer, nicht aber bei sukzessivalternierender oder monauraler Reizung gefunden wurden. Das heißt, nur bei dichotischer Darbietung kann sich der Vorgang der Okklusion in den zentralen Hörbahnen im Sinne von Wahrnehmungsdifferenzen für beide Ohren auswirken (s. a. MILNER et al., 1968; SPARKS und GESCHWIND, 1968). Auch HAALAND (1974) fand aufgrund seiner Untersuchung mit dem DLV bei gleichzeitiger Registrierung evozierter Potentiale Hinweise für die Annahme einer Inhibition des ipsilateralen Gehörweges gerade bei dichotischer Stimulation (gegenüber monauraler Darbietung). Neben dieser 'afferenten' Okklusion wird von KIMURA eine zentrale Okklusion angenommen, welche die contralaterale Überlegenheit noch verstärkt. In bezug auf die interhemisphärische Übertragung wird weiter auf die Hypothese des Effizienzverlustes zurückgegriffen.

Nach dieser einführenden Übersicht anhand der Arbeiten von

KIMURA soll im Folgenden auf Teilprobleme beim DLV eingegangen werden.

9.3. Weitere Untersuchungen mit dem DLV bei Hirnorganikern

SHANKWEILER (1966) fand bei Patienten mit epileptogenen Schädigungen des Temporallappens folgende Ergebnisse im DLV für Zahlen und insbesondere Melodien: in bezug auf die Gesamtleistung (Wiedergabe der Reize für beide Ohren) traten vor der Operation (einseitige temporale Lobektomie) keine Unterschiede in der Wiedergabe von Melodien zwischen den Gruppen mit links- oder rechtsseitiger Schädigung sowie einer Kontrollgruppe auf. Postoperativ zeigte sich nur bei der Gruppe mit rechtstemporaler Lobektomie ein Abfall in der Gesamtleistung für Melodien. Ein Vergleich der Leistung zwischen dem rechten und linken Ohr ergab bei linkstemporaler Schädigung eine signifikante Überlegenheit in der Wiedererkennung von Melodien, die dem linken Ohr dargeboten wurden (left-ear effect, LEE). Dieser LEE steht im Einklang mit den Ergebnissen KIMURAs (1964, 1967) sowie mit den Werten einer Kontrollgruppe SHANKWEILERs. Für Zahlen fand sich bei den Patienten mit linkstemporaler Schädigung unerwartet der REE. Patienten mit rechtstemporaler Schädigung wiesen dagegen eine - allerdings nicht signifikante - Überlegenheit des rechten Ohres für Melodien auf entsprechend der Erwartung nach rechtsseitiger Schädigung. Rechtstemporale Lobektomie führte zu einem verstärkten Abfall beim contralateralen Ohr (entsprechend einem verstärkten REE für Melodien), während sich linksseitige Lobektomie bei Melodien für kein Ohr bedeutsam auswirkte (vgl. MILNER, 1958, 1962, die zeigen konnte, daß rechtstemporale Lobektomie zu spezifischen Ausfällen im Seashore-Test für musikalische Begabung führte. Siehe auch KARASSEVA, 1972, der Hinweise darauf fand, daß die Höhe der Wahrnehmungsschwelle für Ultrakurztöne ein bedeutsamer Hinweis auf eine Schläfen-

lappenläsion sein kann). Diese Ergebnisse bestätigen im wesentlichen KIMURAs Befunde zur funktionellen Asymmetrie der Hemisphären für verschiedene Reizqualitäten und können in dem von ihr angeführten Sinne interpretiert werden, wenn auch der Faktor der Hirnschädigung und die damit verbundene Beeinflußung der Seitendifferenzen nun stärker betont wird. SHANKWEILER nimmt weiter an, daß die Dominanzverhältnisse bei sprachlichen Reizen weniger störanfällig sind als Melodien, da bei linksseitiger Hirnschädigung der REE für Zahlen bestehen blieb (entsprechendes Ergebnis bei KIMURA, 1961 b), während bei der rechtsseitig hirngeschädigten Gruppe kein LEE für Melodien auftrat und damit eine Verschiebung der Dominanz zur linken Hemisphäre naheliegt.

GOODGLASS (1967) untersuchte mit dem DLV (Zahlen) Patienten im Alter von 6-22 Jahren mit überwiegend frühkindlicher, jedoch immer einseitiger Hirnschädigung. Für das contralateral zur Hirnschädigung liegende Ohr wurde jeweils eine große Überlegenheit gegenüber dem ipsilateralen Ohr festgestellt, unabhängig von der Seite der Schädigung. Die erhaltenen Daten legen eine Korrelation dieses 'herdgekreuzten' Effekts mit dem Intelligenzniveau nahe (im Sinne von: je niedriger der IQ, um so größer die Hirnschädigung und entsprechend größerer Abfall der Leistung beim contralateral zur Schädigung liegenden Ohr).

Dieser 'lesion-effect', d. h. die Beeinträchtigung der Leistung insbesondere für das contralateral zur Hirnschädigung liegende Ohr wurde von SCHULHOFF und GOODGLASS (1969) weiter untersucht, indem sie im DLV Zahlen, Tonfolgen und Klickgeräusche (mit der Annahme linker, rechter und nicht lateralisierter Hemisphärendominanz) normalen Versuchspersonen sowie links- und rechtshirnig Geschädigten darbot. Im Gegensatz zu KIMURA (1961 a) und SHANKWEILER (1966), die weitgehend Patienten mit Schädigung der vorderen Anteile des Temporallappens untersuchten (und somit kaum Aphasien aufwiesen), wurden nun nur Patienten in die Untersuchung einbezogen, die bei

linksseitiger Hirnschädigung Aphasien leichten und mittleren Grades aufwiesen und bei rechtsseitiger Schädigung in bezug auf die Hirnläsion mit der linksseitigen Gruppe vergleichbar waren. Im einzelnen ergab sich, daß bei Normalen im DLV mit Zahlen signifikanter REE, mit Tonfolgen nichtsignifikanter LEE und mit Klickgeräuschen keine Seitenbevorzugung auftrat. Im DLV mit Zahlen fand sich bei den rechtsseitig Hirngeschädigten ein signifikanter REE bei nur geringem Abfall gegenüber der Leistung (für beide Ohren) von normalen Versuchspersonen (s. vergleichbare Ergebnisse bei OXBURY und OXBURY, 1969 an Patienten mit temporaler Lobektomie), während bei den linksseitig Hirngeschädigten ein nicht signifikanter REE auftrat bei gleichzeitig erheblichem Leistungsabfall für beide Ohren, bezogen auf die Ergebnisse für Normale und rechtsseitig Geschädigte. Beim DLV mit Tonfolgen zeigten die rechtsseitig Hirngeschädigten den größten Leistungsabfall für beide Ohren, wobei für alle drei Gruppen ein nicht signifikanter LEE zu beobachten war. Für Klickgeräusche trat bei den linksseitig Geschädigten ein signifikanter LEE auf, während für die beiden anderen Gruppen die Seitendifferenzen unerheblich waren.

Zusammengefaßt sprechen diese Ergebnisse dafür, daß eine Schädigung der Hemisphäre, die für das dargebotene Reizmaterial als dominant gilt, besonders starke bilaterale Ausfälle für das entsprechende Reizgut verursacht. Überlagert wird dieser Effekt durch einen selektiv größeren Abfall der Leistung beim Ohr contralateral zur Hirnschädigung (s. a. SPARKS et al., 1970), wenn auch durchgängig für alle drei Gruppen die Tendenz zum REE für Zahlen sowie zum LEE für Melodien zu beobachten war.

Auch bei hemisphärektomierten Patienten fand NETLEY (1972) im DLV für Zahlen, daß die Leistung für das Ohr ipsilateral zur operierten Seite besser war als für das contralaterale Ohr. Es zeigte sich weiter, daß frühkindlich Hirngeschädigte das dargebotene Reizmaterial vor dem contralateral zur Schädigung liegenden Ohr schlechter wiedergaben als kongenital geschädigte Patienten. Kompensationsmöglichkeiten

scheinen danach schon nachweisbar schlechter zu werden, wenn die Hirnschädigung mit einem Alter von etwa 17 Monaten erfolgte.

SPARKS und GESCHWIND (1968) nehmen aufgrund ihrer Untersuchung mit dem DLV bei einem Patienten mit Durchtrennung der neocortikalen Kommissuren an, daß zwei Leitungsbahnen zwischen einem Ohr und dem ipsilateralen Temporallappen bestehen: einmal die direkte Verbindung über die ipsilaterale Hörbahn, zum anderen der längere Weg, der der contralateralen Bahn zum gegenüberliegenden Temporallappen folgt und dann über das Corpus callosum zum ipsilateralen Temporallappen zurückkehrt (die Autoren führen weiter die tierexperimentellen Untersuchungen mit Hinweisen auf solche interhemisphärischen Verbindungen von BREMER et al., 1956, aus).

Angeführt werden soll in diesem Abschnitt noch die Arbeit von BELMONT et al. (1972) mit monauraler Einspielung eines Tones von 500 Hz. mit unterschiedlichen Intensitäten sowie den auf dieses Signal hin erfolgenden Reaktionszeiten. Untersucht wurden Patienten mit linksseitiger Hemiplegie (entsprechend rechtsseitiger Hirnschädigung) sowie eine Kontrollgruppe. Zwar wiesen beide Gruppen signifikant kürzere Reaktionszeiten bei Stimulation des rechten Ohres auf, aber bei den rechtsseitig Hirngeschädigten trat insbesondere bei Stimulation des linken Ohres eine sehr starke Verlängerung der Reaktionszeit auf. Im Zusammenhang mit den Arbeiten von BIRCH et al. (1967), KARP et al. (1971) und BENTON und JOYNT (1959) nehmen die Autoren an, daß unilaterale Hirnschädigung zu einer lateralisierten Verzögerung sensorischer und sensumotorischer Reizverarbeitung führt, und zwar im Sinne eines multisensorischen Defekts (vgl. auch HEILMAN et al., 1973, die Hinweise auf Beeinträchtigungen der selektiven Wahrnehmung beim contralateral zur Hirnschädigung - Temporallappen - liegenden Ohr fanden).

9.4. Einfluß spezifischer Variablen (Reproduktionsstrategie, Darbietungsart, Stimulusqualität) auf die Seitendifferenz zwischen den Ohren

Eine Reihe von Untersuchungen wurde zur Frage durchgeführt, ob die genauere Identifizierung des dargebotenen Reizmaterials mit dem rechten Ohr (REE) im DLV mit Zahlen einem Wahrnehmungsfaktor (im Sinne von KIMURA) zuzuschreiben ist oder vielmehr einer mangelhaften Speicherung im Kurzzeitgedächtnis verbunden mit besonderen Strategien bei der Wiedergabe der Reize. Es hatte sich gezeigt (BROADBENT, 1954, 1956), daß viele Versuchspersonen dazu neigen, zuerst alle Zahlen wiederzugeben, die einem - z. B. dem rechten - Ohr eingespielt wurden (first oder immediate channel, IC), um anschließend die Zahlen für das andere Ohr zu erinnern (second oder storage channel, SC) - sog. Broadbent-Effekt. Weiter fand BROADBENT (1957), daß die Wiedergabe für den IC besser war als für den SC. Damit konnte angenommen werden, daß z. B. der REE bei Zahlen u. a. darauf beruhen kann, daß die Versuchspersonen die dem linken Ohr dargebotenen Reize eher vergessen bei vorangegangener Reproduktion der Reize für das rechte Ohr (SC vs IC). M. a. E., es würde sich beim REE mehr um einen Schwund kurzfristig gelagerter Eingangsreize im Kurzzeit-Gedächtnisspeicher handeln als um einen Wahrnehmungsfaktor, bei welchem Teile des Eingangs gar nicht erst in das System aufgenommen werden (zu psychologischen und neurophysiologischen Annahmen der Gedächtnisspeicherung s. KLEINE, 1971; GUTTMANN, 1972; vgl. auch MACKENZIE, 1972 sowie BADDELEY und WARRINGTON, 1970). Als Vertreter dieser Annahme von Mängeln im Kurzzeit-Gedächtnisspeicher (nach BRYDEN: order-effect model; Sc vs IC; Einfluß der Reihenfolge der Wiedergabe der Reize auf die Seitendifferenz) kann insbesondere INGLIS gelten (INGLIS und SANDERSON, 1961; INGLIS, 1962 a, b; INGLIS und CAIRD, 1963; INGLIS und TANSEY, 1967; INGLIS, 1964, 1965). Nach diesem Erklärungsmodel müßten dann allerdings Seitendifferenzen ausbleiben, sobald die Berichtsabfolge des dar-

gebotenen Reizmaterials kontrolliert werden würde (vgl. OXBURY et al., 1967).

In diesem Zusammenhang unterscheidet BRYDEN (1962) nun u. a. nach den beiden folgenden Strategien (order of report, OR) bei der Wiedergabe von Reizen im DLV: a) temporal order (TO), d. h. Wiedergabe jeweils von Zahlenpaaren in der Reihenfolge ihrer Darbietung; b) ear-order (EO), entsprechend dem Broadbent-Effekt s. o. . BRYDEN fand, daß unter 'free-recall'-Bedingungen sowohl die Darbietungsgeschwindigkeit als auch die Anzahl der Paare einer Serie die Art des OR beeinflußten. Herabsetzung der Darbietungsgeschwindigkeit führte zu einem verstärkten Gebrauch des TO bei entsprechender Abnahme des EO, während Verlängerung der Serien eine Abnahme des EO wie des TO bedingte. Die Anzahl der richtigen Wiedergaben nahm bei Verlangsamung der Darbietungsrate ab, wenn der EO gewählt wurde, im Gegensatz zu einem Leistungsanstieg beim TO (vgl. MEWHORT et al., 1971, die zeigen konnten, daß im DLV die Art der vorgegebenen Strategie zur Wiedergabe der Reize - z. B. in der Reihenfolge: erster Reiz des linken Ohres, zweiter Reiz des rechten Ohres, dritter Reiz des linken Ohres, vierter Reiz des rechten Ohres - die Reproduktionsleistung in der Weise beeinflußt, daß vermehrter Aufmerksamkeitswechsel zwischen den Ohren zu einem Leistungsabfall führt). Diese Daten können auch mit Broadbents Modell in Einklang gebracht werden, wonach bei schneller Darbietungsrate die Aufmerksamkeit nicht mehr zwischen den beiden Eingangskanälen hinreichend gewechselt werden kann, so daß der EO gewählt wird, d. h. Wiedergabe der Reize des einen Ohres vor denen des anderen Ohres. Grundlegend wird davon ausgegangen, daß bei Überlastung des Systems nur ein Teil der Reize sofort wahrgenommen wird, während der andere Teil im Kurzzeit-Gedächtnisspeicher festgehalten wird. Abhängig vom Zeitintervall - zwischen Reizdarbietung und Reproduktionsabsicht - kommt es dabei zu einem Schwund dieser kurzfristig gelagerten Eingangs-

reize (s. o. IC vs SC; vgl. auch TREISMANN, 1971; OXBURY et al., 1967).

1963 konnte BRYDEN zeigen, daß der REE auch bei Kontrolle des OR auftrat, also z. B. bei Wiedergabe der Reize des einen Ohres vor denen des anderen Ohres (entsprechendes Ergebnis bei KIMURA, 1967; BARTZ et al., 1967; BORKOWSKI et al., 1965; BRYDEN, 1965; SATZ et al., 1965. Ausnahme: INGLIS und ANKUS, 1965, die keine Lateralisierung fanden, sowie GOODGLASS und PECK, 1972, die einen ausgeprägten REE nur beim Vergleich zwischen den Ohren für den 'storage channel' erhielten, nicht aber für den 'immediate channel'. INGLIS und SYKES (1967) fanden dagegen Minderleistungen beim rechten sowie linken Ohr in bezug auf den 'storage channel' (s. auch KATZIN et al., 1972 zum Einfluß von Instruktionen und Aufmerksamkeitsstrategien auf die Gedächtnisleistung im DLV).

Aufgrund weiterer Untersuchungen faßt BRYDEN (1964, 1967) zusammen, daß der REE (im DLV für Zahlen) bei allen Darbietungsraten und Längen von Serien auftritt (wobei Verlängerung der Serien zur Vergrößerung der Asymmetrien zwischen den Ohren führt; SATZ, 1968). Wenn die Leistungen für beide Ohren - unter free-recall Bedingungen - in bezug auf den IC oder SC untersucht wurden, war jeweils das rechte Ohr dem linken überlegen (s. auch BARTZ et al., 1967a; SATZ et al., 1965). Weiter ergab sich allgemein die Tendenz, die dem rechten Ohr eingespielten Zahlen zuerst wiederzugeben (vgl. u. a. BARTZ et al., 1967; Ausnahme: SATZ et al., 1965, die keine Tendenz fanden, daß das rechte Ohr häufiger als das linke als IC verwendet wurde; ebenso: INGLIS und ANKUS, 1965, die keine durchgängige Tendenz bei den von ihnen untersuchten Probanden im Alter von 10-70 Jahren erhielten, das Reizmaterial des rechten Ohres zuerst wiederzugeben).

Insgesamt sprechen die aufgeführten Untersuchungen für die Annahmen KIMURAs, wenn auch die Reihenfolge der Wiedergabe die Leistungsdifferenz zwischen den Ohren beeinflußt, so daß dieser OR-Effekt experimentell bei Unter-

suchungen mit dem DLV kontrolliert werden sollte, um die 'reine' Wahrnehmungs- bzw. Verarbeitungsdifferenz zu erhalten (SCHULHOFF und GOODGLASS, 1969; BRYDEN, 1966).

Es konnte weiterhin gezeigt werden, daß sich die Seitendifferenz verstärkt, wenn die Aufgabenschwierigkeit in bezug auf die Sinnhaftigkeit der Reize, Länge der Serien, Darbietungsrate u. a. wächst (BARTZ et al., 1967; BORKOWSKI et al., 1965; BRYDEN, 1967). Hinzu kommt, daß Seitendifferenzen bei sukzessiver oder monauraler Darbietung nicht beobachtet werden konnten (KIMURA, 1961 a, 1964, 1967; JERGER et al., 1959; CALEARO und ANTONELLI, 1963; DIRKS, 1964; PALMER, 1964; MILNER et al., 1968; LOWE et al., 1970. Ausnahme: BAKKER, 1967, 1968, 1969, der Tendenzen zu Seitendifferenzen auch bei monauraler Darbietung fand), während unter 'multiple-choice'-Bedingungen im DLV für Zahlen (BROADBENT und GREGORY, 1964) und im DLV für Melodien und Silben (KIMURA, 1964, 1967) die erwarteten Asymmetrien zwischen den Ohren gefunden wurden. KARP und BIRCH (1969) fanden keinen systematischen Zusammenhang zwischen lateralen Differenzen und verbalen sowie nichtverbalen Stimuli bei monauraler Darbietung sowie den registrierten Reaktionszeiten, während SIMON (1967) bei monauraler Darbietung eines Tones von 1000 Hz. kürzere Reaktionszeiten bei Stimulationen des rechten Ohres erhielt (vgl. auch PROVINS und JEEVES, 1975).

Die funktionelle Asymmetrie zwischen den Hemisphären für verschiedene sprachliche oder nicht-sprachliche Qualität der Reize wurde in einer Reihe von Arbeiten untersucht: dabei zeigte sich allgemein, daß bei sprachlichem Material wie Zahlen, Worten und Silben der REE auftrat, während bei nicht sprachlichem Material wie Melodien und Tonfolgen der LEE beobachtet wurde (CURRY, 1967; CURRY und RUTHERFORD, 1967; BARTZ et al., 1967; SCHULHOFF und GOODGLASS, 1969; BRYDEN, 1964, 1967; KIMURA, 1963, 1964, 1967; KIMURA und FOLB, 1968; BAKKER, 1966; GORDON, 1970; ZURIF und RAMIER, 1972; HINES und SATZ, 1974; SPREEN et al., 1970; SPELLACY,

1970; DARWIN, 1971; DEE, 1971; HAGGARD, 1971; HAGGARD und PARKINSON, 1971). Die entsprechenden Seitendifferenzen verblieben bei vertrauten oder nicht vertrauten Melodien sowie bei verschiedener Sinnhaftigkeit sprachlichen Materials. Aufgrund weiterer experimenteller Einengung der Reizqualität (z. B. Vokale und Konsonanten bei SHANKWEILER und STUDDERT-KENNEDY, 1967; Geräusche bei KNOX und KIMURA, 1970; CURRY, 1967) kann mit Poeck (1968) angenommen werden, daß das entscheidende Kriterium für die Bevorzugung der linken Hemisphäre (REE) artikulatorische Erfahrungen sind, wobei Erfahrung im Sinne von neuronaler Schaltung zu verstehen ist.
WITTLING (1972) sieht in diesem Zusammenhang weiter spezifische Eigenschaften der Sprachreize, die "für das Auftreten einer Asymmetrie zugunsten des rechten Ohres verantwortlich sind. Es scheinen ... im wesentlichen ganz spezielle Merkmale der phonetischen Struktur (Verschlußlaute, Reibelaute, Konsonanten usw.) sowie u. U. auch der syntaktische Struktur (grammatikalische Ordnung, Sprachrhythmus usw.) zu sein, die von ausschlaggebender Bedeutung für das Zustandekommen der Ohr-Asymmetrie bei verbalem Material sind. Dem gegenüber scheinen Vokale einer Ohrasymmetrie entgegenzuwirken" (ZURIF und MENDELSOHN, 1972; DARWIN, 1971; STUDDERT-KENNEDY und SHANKWEILER, 1970; ZURIF und SAIT, 1970; KIRSTEIN und SHANKWEILER, 1969; LIBERMAN, 1970; SHANKWEILER und STUDDERT-KENNEDY, 1967).

9.5. Händigkeit und DLV

Zunächst soll in diesem Zusammenhang auf Ergebnisse mit der Natrium-Amytal-Technik ('Wadatest') eingegangen werden. BRANCH et al. (1964) fanden bei ihren Probanden folgende Zusammenhänge zwischen Händigkeit und aufgrund des Wadatests bestimmter Sprachdominanz:

1.) 90 Prozent aller Rechtshänder (RH) ohne frühe - von Geburt an oder in den ersten fünf Lebensjahren aufgetretene - linksseitige Hirnschädigung zeigten linksseitige Sprachdominanz.
2.) 64 Prozent aller Linkshänder (LH) und Beidhänder (BH) ohne entsprechende frühe linksseitige Hirnschädigung wiesen linksseitige Sprachdominanz auf.
3.) 67 Prozent aller LH und BH mit entsprechend früher linksseitiger Hirnschädigung zeigten dagegen rechtsseitige Sprachdominanz.
4.) Bei RH wurde keine bilaterale Sprachdominanz gefunden, während bei LH und BH in etwa 15 Prozent der Fälle bilaterale Sprachdominanz auftrat.

In einer ergänzenden Untersuchung fanden MILNER et al. (1969) vergleichbare Ergebnisse (s. a. entsprechende Hinweise bei WADA und RASMUSSEN, 1960 sowie SERAFETINIDES et al., 1965).

SATZ et al. (1965) teilten sehr ähnliche Beziehungen zwischen Händigkeit und Hemisphärendominanz im DLV (Zahlen) mit, wobei Sprachdominanz für diejenige Hemisphäre angenommen wurde, die contralateral zu dem Ohr lag, für welches weniger Reproduktionsfehler auftraten:
1.) 88,5 Prozent aller RH zeigten linksseitige Sprachdominanz, während bei nur 73,2 Prozent aller LH eine Sprachdominanz in der linken Hemisphäre angenommen werden konnte.
2.) Neben diesem REE für LH und RH wurde für die LH ein signifikant geringerer Seitenunterschied zwischen den Ohren beobachtet als für die RH, was die Annahme einer geringeren Dominanzausprägung bei LH stüzen könnte.

In einer weiterführenden Untersuchung (SATZ et al., 1967) wurde die Händigkeit einmal durch Selbsteinschätzung der

Versuchspersonen, zum anderen mit Hilfe von Verfahren wie z. B. Tapping bestimmt. Wie aufgrund der Arbeit von BENTON et al. (1962) zu erwarten war, erwies sich vor allem bei den LH die Selbsteinschätzung als ein unbrauchbares Maß zur Händigkeitsbestimmung. Der Zusammenhang zwischen Seitigkeit der Sprache (DLV) und Händigkeit wurde größer, wenn die Händigkeit nach einem Gesamttestwert statt durch Selbsteinschätzung bestimmt wurde. Bei testklassifizierter Händigkeit ergaben sich die folgenden, abgerundeten Werte (s. ROBERTS, 1969):

Rechtshänder: 85 Prozent linke, 10 Prozent rechte und 5 Prozent bilaterale Sprachdominanz.

Linkshänder: 49 Prozent linke, 34 Prozent rechte und 17 Prozent bilaterale Sprachdominanz.

Beidhänder: 73 Prozent linke, 13 Prozent rechte und 13 Prozent bilaterale Sprachdominanz.

Weiter war familiäre Linkshändigkeit bei jenen testklassifizierten LH und RH zweimal so häufig zu beobachten, bei denen die Sprachrepräsentation jeweils ipsilateral zur dominanten Hand lag (vgl. ETTLINGER et al., 1955, die bei mehr als der Hälfte der RH, bei denen Aphasien aufgrund rechtsseitiger Hirnschädigung auftraten, Hinweise auf familiäre LH fanden).

BRYDEN (1965) beobachtete, daß bei familiären LH ein größerer LEE im DLV (Zahlen) auftrat als bei nicht familiären LH. LH zeigten im Durchschnitt bessere Leistungen für das linke Ohr, während RH den REE aufwiesen. In bezug auf die Differenzwerte zwischen den Ohren konnte dabei eine sehr viel größere Streuung bei den LH als bei den RH beobachtet werden.

Für verschiedenes sprachliches Material (Wörter, sinnlose Silben) fanden CURRY und RUTHERFORD (1967) im DLV zwar bei den LH und BH den REE, aber mehr LH als RH erzielten bessere Werte für das linke Ohr (s. entsprechende Ergebnisse bei CURRY, 1967). Im Mittel war bei den LH der REE geringer ausgeprägt als bei den RH, und weiter wiesen

die LH - wie auch bei HINES und SATZ, 1974 - eine geringere absolute Seitendifferenz auf als die RH - ein erneuter Hinweis auf größere Hemisphärengleichwertigkeit bei den LH (vgl. auch ZURIF und BRYDEN, 1969, die aufgrund ihrer Untersuchungen weiter annehmen, daß unausgeprägte Hemisphärendominanz für Sprache nur bei familiären LH auftritt).

Bei Kindern im Alter von 7-11 Jahren fand BRYDEN (1970), daß der REE bei RH mit fortschreitendem Alter wuchs, während er bei LH entsprechend zurückging (im Alter von 11 Jahren ergab sich eine signifikante Differenz). Dieses Ergebnis spricht für eine allmähliche und erst recht spät abgeschlossene Zentralisierung der Sprachfunktionen in einer der Hemisphären.

KNOX und BOONE (1970) fanden bei ausgeprägen LH im DLV mit Worten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ohren, allerdings ergab sich ein signifikanter LEE, wenn die experimentellen Bedingungen erschwert wurden (z. B. Worte und untergelegte Geräusche).

DEE (1971) fand im DLV mit Worten unerwartet für ausgeprägte RH wie auch ausgeprägte LH vergleichbare Leistungen (REE), während geringfügig ausgeprägte LH einen - allerdings nicht signifikanten - LEE aufwiesen. Im DLV mit Melodien wiesen alle drei Gruppen einen signifikanten LEE auf. Der Autor erklärt die in der Literatur gefundenen unterschiedlichen Ergebnisse bezüglich Zusammenhängen zwischen Händigkeit und DLV einmal mit Unterschieden der Methode (Bestimmungen und Kriterien der Händigkeit und ihrer Ausprägung; Stimulusmaterial; Auswertungsart u. a.), zum anderen mit der möglichen mangelhaften Reliabilität in bezug auf die Leistungen gerade bei den LH.
Auf die Befunde KIMURAs (1973) über Beziehungen zwischen

Handbewegungen, DLV und Sprachdominanz wurde bereits eingegangen (Teil V, Kap. 4).

9.6. Leseleistung und Sprachstörung

ZURIF und CARSON (1970) verglichen die Leistungen von Durchschnittslesern und schlechten Lesern (Dyslektiker) im Alter von 9 Jahren. Der Unterschied in der Leseleistung war zwischen den beiden Gruppen signifikant, während in bezug auf das Intelligenzniveau und die Rechenleistung die beiden Gruppen vergleichbar waren. Es zeigte sich, daß im DLV für Zahlen Dyslektiker einen signifikant geringeren Gesamtwert für beide Ohren erzielten als Durchschnittsleser, wobei weiter die Dyslektiker im Mittel den LEE aufwiesen, während bei den Durchschnittslesern der REE beobachtet wurde (s. o. TAYLOR, 1962). Signifikante Unterschiede fanden sich auch in einem Handgeschicklichkeitstest (Kreise ausschneiden), wobei erstens die Dyslektiker im Mittel signifikant mehr Fehler machten, und zweitens zwar beide Gruppen bessere Leistungen mit der rechten Hand erzielten, die Dyslektiker aber - verglichen mit den Durchschnittslesern - sowohl für die linke wie auch für die rechte Hand schlechtere Werte aufwiesen.

Weiter wurden wechselseitig signifikante Korrelationen gefunden zwischen Lesefertigkeit, DLV und Tests zur Erfassung optischer und akustischer Differenzierungsfähigkeit (z. B. Rhythmus-Untertest des Seashore-Verfahrens. Vgl. BIRCH und BELMONT, 1965, die bei einer optisch-akustischen Integrationsaufgabe signifikant schlechtere Leistungen bei schlechten Lesern fanden gegenüber Durchschnittslesern). Auch SPARROW und SATZ (1970) fanden beim Vergleich von guten Lesern und schlechten Lesern im DLV mit Zahlen bei den schlechten Lesern eine höhere Anzahl von Probanden mit LEE.

In einer ausgedehnten Untersuchung konnte BRYDEN (1970)

bei Kindern im Alter von 7-11 Jahren folgende Zusammenhänge zwischen DLV, Händigkeit und Leseleistung beobachten:

Rechtshänder: 69 Prozent der guten Leser zeigten gegenüber 58 Prozent der schlechten Leser den REE.

Linkshänder: hier ergab sich das umgekehrte Bild: 25 Prozent der guten Leser zeigten gegenüber 67 Prozent der schlechten Leser den REE.

Damit kann angenommen werden, daß bei schlechten Lesern häufiger gekreuzte Ohr-Hand-Dominanz auftritt (Händigkeit contralateral zu dem Ohr, für welches bessere Leistungen erzielt wurden) entsprechend ipsilateraler Beziehung zwischen Hemisphärendominanz für Sprache und Händigkeit. Weiter war die Differenz zwischen den Ohren bei schlechten Lesern geringer als bei guten Lesern.

YENI-KOMSHIAN et al. (1975) fanden dagegen gleiche Überlegenheiten bei guten und schlechten Lesern für das rechte Ohr, die Leistungen der schlechten Leser lagen insgesamt unter denen der guten Leser (im DLV für Zahlen).

CURRY und GREGORY (1969) fanden bei 20 erwachsenen Stotterern in 55 Prozent der Fälle höhere Werte für das linke Ohr, während 20 Nicht-Stotterer (parallelisiert nach Geschlecht und Alter) in 75 Prozent der Fälle eine Überlegenheit für das rechte Ohr aufwiesen. Dagegen erhielten QUINN (1972) sowie SUSSMANN und Mac NEILAGE (1975) bei Stotterern eine Überlegenheit für das rechte Ohr wie bei normalen Versuchspersonen - eine Begründung für diese unterschiedlichen Ergebnisse bei Stotterern könnte in den verschiedenen Schweregraden und Arten des Stotterns bei den in die Stichprobe einbezogenen Probanden zu finden sein (entsprechend erklärt auch HARBAUER, 1966 divergierende EEG-Befunde bei Untersuchungen mit Stotterern aus den unterschiedlichen Pathogenesen).

9.7. Geschlecht und DLV

Die o. a. Arbeiten von KIMURA (1963, 1967), TAYLOR (1962) und BRYDEN (1970) mit dem DLV sprechen dafür, daß bei Jungen die Differenzen zwischen den Ohren erst später auftreten als bei Mädchen und damit bei Jungen die Hemisphären in der menschlichen Ontogenese länger als bei Mädchen in dem phylogenetisch älteren Stadium der Gleichwertigkeit verbleiben (POECK, 1968).

Bei INGRAM (1975) erreichten Mädchen im Alter von drei bis fünf Jahren allerdings für das linke Ohr immer im Durchschnitt bessere Leistungen als Jungen, die Differenzen waren jedoch nicht signifikant - wobei für die Jungen und Mädchen aber in allen drei Altersstufen der REE auftrat. Van DUYN und SCANLAN (1974) gaben monaural (für das linke oder rechte Ohr) mündliche Anweisungen für eine Wahrnehmung und manuelle Motorik erfordernde Aufgabe bei fünfjährigen Jungen und Mädchen und fanden, daß Mädchen eine signifikant schlechtere Leistung erreichten, wenn die Anweisungen über das linke Ohr eingespielt wurden (gegenüber dem rechten Ohr), während bei Jungen eine geringfügige Tendenz bestand, Anweisungen über das linke Ohr besser zu befolgen. Die Autoren erklären die Unterschiede mit einer weiter fortgeschritteneren Lateralisation der Sprachfunktionen bei Mädchen gegenüber Jungen.

9.8. Diskussion und Zusammenfassung

Mit Hilfe des Dichotic-Listening-Verfahrens scheint die Dominanz einer der beiden Hemisphären in ihrem relativen Ausprägungsgrad verläßlich festgestellt werden zu können: bei einer unausgelesenen Stichprobe wird man für sprachliche Reize wie Zahlen, Wörter und Silben auf eine Überlegenheit der linken Hemisphäre in der Wahrnehmung

oder Analyse dieser Reize schließen können, während bei nicht-sprachlichen Reizen wie Melodien und Tönen eine entsprechende Überlegenheit für die rechte Hemisphäre angenommen werden kann. Mit POECK (1968) werden dabei als entscheidendes Kriterium für die Überlegenheit der linken Hemisphäre (für sprachliche Reize) artikulatorische Erfahrungen angesehen - Erfahrungen im Sinne von neuronaler Schaltung.
Mit dem DLV scheint so die Möglichkeit gegeben zu sein, ökonomisch und risikofrei auch bei Gesunden den relativen Ausprägungsgrad der Sprachdominanz zwischen den Hemisphären zu bestimmen. Damit könnte die bisherige Erforschung von Beziehungen zwischen Händigkeit, Leseleistung (Lese-Rechtschreibschwäche), Stottern, Geschlecht und Sprachdominanz entscheidend ergänzt werden. Aufgrund der referierten Untersuchungen mit dem DLV deuten sich u. a. die folgenden Zusammenhänge an:

1.) bei etwa 90 Prozent aller Rechtshänder und ungefähr 60 Prozent aller Linkshänder liegt die Sprachdominanz für die linke Hemisphäre vor;

2.) bei familiären Linkshändern tritt rechtsseitige Sprachdominanz häufiger auf als bei nicht familiären Linkshändern;

3.) bei Linkshändern - insbesondere familiären Linkshändern - ist die Hemisphärendominanz geringer ausgeprägt;

4.) bei Jungen verbleiben die Hemisphären länger in dem phylogenetisch älteren Stadium der Gleichwertigkeit als bei Mädchen, und zwar scheint die endgültige Ausprägung aufgrund von Untersuchungen mit dem DLV bei Jungen mit ungefähr 12 Jahren, bei Mädchen mit etwa 10 Jahren zu erfolgen;

5.) schlechte Leser (Dyslektiker) weisen häufiger ipsilaterale Beziehungen zwischen Händigkeit und sprachdominanter Hemisphäre auf als gute Leser;

6.) bei schlechten Lesern ist die Hemisphärendominanz geringer ausgeprägt als bei guten Lesern, unter schlechten Lesern finden sich mehr Jungen als Mädchen, es überwiegen relativ die Linkshänder.

Aufgrund dieser sich andeutenden Beziehungen könnte versucht werden, schon im frühesten Schul- bzw. Vorschulalter - wenn noch keine Rechtschreib- und Lesetests verwendet werden können - mit dem DLV diejenigen Kinder zu erfassen, bei denen später mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit eine Lese-Rechtschreibschwäche auftreten kann. Es bleibt in diesem Zusammenhang noch abzuwarten, inwieweit das DLV links- oder rechtsseitige Hirnschädigung zuverlässig erfassen kann. Insgesamt gesehen erscheint jedoch das DLV (ebenso wie z. B. gesichtsfeldabhängige Darbietung verschiedenartigster optischer Reize mit Hilfe des Tachistoskops) zur Erfassung hirnorganisch bedinger Funktionsausfälle geeigneter zu sein als viele heute sehr gebräuchliche psychodiagnostische Verfahren wie z. B. BENTON-Test (BENTON, 1972) oder BENDER-Gestalt-Test (vgl. DONY und DEEGENER, 1973; HARTJE und ORGASS, 1972; DEEGENER, 1974). Der Vorteil z. B. des DLV ist dabei insbesondere in seiner eindeutigeren theoretischen Beziehung zu funktionalen und anatomischen (hirnorganischen) Gegebenheiten zu sehen, aus der sich auch eine klarere logische Gültigkeit in bezug auf Händigkeit und Leseleistung ableitet.

Die Ergebnisse mit dem DLV im Rahmen der Erforschung des Kurzzeitgedächtnisses und der Gedächtnisstörungen wurden in diesem Überblick nur gestreift (s. die o. a. Arbeiten von BROADBENT und INGLIS sowie auch GOODGLASS und PECK, 1972, bei alkoholischen Korsakoff-Patienten). Auf den Versuch von HEGENSCHEIDT und COHEN (1972), das DLV als Verfahren zur Erfassung der Umstellungsfähigkeit bzw. Perseverationsneigung bei hirnorganisch geschädigten Probanden zu verwenden, sei hingewiesen.

Abschließend zu dieser Übersicht kann davon ausgegangen werden, daß das DLV für die Erforschung der Beziehungen zwischen Hemisphärendominanz für Sprache, Händigkeitsausprägung, Leseleistung, hirnorganischer Schädigung und dabei auftretender geschlechtsspezifischer Differenzen theoretisch und praktisch bedeutsam ist und deswegen im deutschsprachigen Raum mehr Beachtung finden sollte. Allerdings finden sich leider auch zu diesem Verfahren keine Angaben in der Literatur zur Retest-Reliabilität, und einzig HINES und SATZ, 1974 geben einen Testhalbierungskoeffizienten für den Differenzwert zwischen den Ohren von 0.86 an.

9.9. Hinweis auf den LEE-Effekt (verzögerte Sprachrückmeldung)

Abschließend zu diesem Kapitel sei die bisher noch nicht untersuchte Möglichkeit angeführt, analog dem DLV den LEE-Effekt zur Erforschung funktionaler Hemisphärendifferenzen in bezug auf sprachliche Funktionen einzusetzen: aufgrund verzögerter Sprachrückmeldung kommt es dabei zu einer ungenügenden Kontrolle der Sprache durch das Gehör und damit zu Auswirkungen auf das Lesetempo und zu Sprachstörungen wie z. B. Wiederholungen, Vertauschungen und Auslassungen.

Im einzelnen sieht der Versuchsablauf wie folgt aus: die Versuchsperson spricht in ein Mikrophon, wobei das Gesprochene über einen Aufsprechkopf auf ein laufendes Band eines Tonbandgerätes aufgenommen und von einem örtlich etwas entfernten Wiedergabekopf abgenommen und über Kopfhörer der Versuchsperson wieder zugeführt wird. Normalerweise liegen bei einem Tonbandgerät Aufsprech- und Wiedergabekopf übereinander: die örtliche Trennung beider bewirkt eine verzögerte Sprachrückmeldung - delayed auditory feedback -, wobei die Störung der Rückmeldung weiter abhängt von der Lautstärke der Wieder-

gabe und dem Hörvermögen der Versuchsperson. Verzögerungen der gewohnten direkten Rückmeldung des eigenen Gesprochenen können zu den oben angeführten Sprachstörungen führen, weiter können vegetative Begleiterscheinungen beobachtet werden (vgl. zum LEE-Effekt LINSENER und LINSENER, 1963; MEYER-EPPLER und LUCHSINGER, 1955; SMITH, 1962).

Aufgrund der Ergebnisse mit dem DLV erscheint es so durchaus lohnenswert, den LEE-Effekt (mit seinem relativ geringen verfahrenstechnischen Aufwand) zur Erforschung funktionaler Hemisphärendifferenzen von sprachlichen Funktionen einzusetzen, wobei anders als im DLV auch unilaterale Einspielungen sinnvoll erscheinen.

VI. Hemisphärendominanz und Sprache

Aufgrund der Darstellung der Untersuchungsmethoden und ihrer Ergebnisse zeigte sich eutlich, wie differenziert funktionale Hemisphärenspezialisierungen erforscht werden und wie sehr es berechtigt ist, den Begriff der Hemisphärendominanz immer nur in bezug auf eine spezifisch untersuchte Funktion zu verwenden. Dennoch wird man für die im weitesten Sinne sprachlichen Leistungen übereinstimmend - wenn auch vergröbert - eine Dominanz für die linke Hemisphäre annehmen können. Da die vorliegende Arbeit ihren Schwerpunkt in der Darstellung sprachlicher funktionaler Hemisphärenasymmetrien sieht, soll im folgenden noch gesondert auf die Erforschung der Aphasien eingegangen werden, auch in bezug auf den immer wieder angeführten Zusammenhang zwischen funktionaler Asymmetrie und Händigkeit. Weiter werden Untersuchungen mit Intelligenzverfahren dargestellt, d. h. es wird geprüft, inwieweit funktionale Asymmetrien bzw. links- oder rechtsseitige Hirnschädigung sich in spezifischen Intelligenzfunktionen bzw. Testteilen niederschlagen. Letztlich soll noch gesondert auf die Verarbeitungsmöglichkeiten der rechten Hemisphäre für sprachliche Leistungen eingegangen werden.

1. Die Erforschung der Aphasien

Aufgrund der historischen Entwicklung der Erforschung cerebraler Lateralität sowie ihrer klinischen Bedeutung stellen die Aphasien einen zentralen Begriff im Rahmen der Dominanzforschung dar. Bei Unversehrtheit der Sprechwerkzeuge sowie des Gehörs führt eine Aphasie zum Verlust bzw. zur mehr oder minder starken Einschränkung der Sprechfähigkeit, der Spracherinnerung oder des Sprachverständnisses.

Unterschieden werden u. a. die folgenden Arten von Aphasien:

1.) Motorische Aphasie (Wortstummheit) nach Läsion des motorischen (Brocaschen) Sprachzentrums in der linken unteren Stirnwindung.

Die sprachmotorische Behinderung führt - bei erhaltenem Sprachverständnis und ungestörten peripher-motorischen Funktionen - zu den folgenden, je nach Lage und Ausmaß der Läsion möglichen und verschieden stark ausgeprägten Symptomen: Lautstummheit (Unfähigkeit, Laute hervorzubringen), Wortstummheit (z. B. spontanes Sprechen oder Nachsprechen von längeren Wörtern ist gestört), Namensstummheit (gezeigte Gegenstände können nicht benannt werden), Agrammatismus u. a. Gestört sein können weiter die Schreib- und Lesefähigkeit.

2.) Sensorische Aphasie (Worttaubheit) nach Läsion des sensorischen (Wernickeschen) Sprachzentrums im hinteren Abschnitt der linken oberen Schläfenwindung. Im engeren Sinne handelt es sich um eine Worttaubheit, wobei der Patient unfähig ist, den Sinn von Worten oder Sätzen zu erfassen. Auch die Spontansprache sowie das Nachsprechen kann gestört sein, wenn die sensorische Kontrolle fehlt und es so zu Paraphasien, Paralexien, Paragrammatismen kommt.

3.) Amnestische Aphasie (Wortvergessenheit) bei Läsion des linken unteren Scheitelläppchens am Übergang zum Schläfenlappen. Sie äußert sich in Wortfindungsstörungen und kann auch bei diffuser, allgemeiner Hirnschädigung oder Ermüdung und Erschöpfung auftreten.

4.) Jargon-Aphasie nach bilateralen Hirnschädigungen mit Störung des Bewußtseins. Nach POECK (1966) eine extreme Form der sensorischen Aphasie, nach WEINSTEIN et al. (1966) das Zusammenwirken von Aphasie und Anosognosie. Sie äußert sich in Rededrang und Sprachenthemmung sowie vielfältigen Störungen wie Artikulationsfehler, Neologismen, Agrammatismus und kann den Eindruck einer Privatsprache hervorrufen.

5.) Total-Aphasie bei Läsionen der sensorischen und motorischen Sprachzentren mit entsprechender Störung der expressiven Sprache sowie des Sprachverständnisses.

(Zu den Formen der Aphasie vgl. u. a. POECK, 1966; KLOOS, 1968; LEISCHNER, 1960, 1972; ULLMANN, 1974; SEIDEL, 1971; WILLIAMS, 1970; SCHULTZ, 1965).

Auf weitere neuropsychologische Syndrome soll hier nicht ausführlich eingegangen werden (Apraxie: Beeinträchtigung des Handlungsvermögens; Agnosie: Mangel im Erkenntnisvermögen, Beeinträchtigung der Fähigkeit, Wahrgenommenes zu erkennen). Herausgestellt werden soll lediglich die Alexie bei Läsion des linken Gyrus angularis: als Folge tritt eine Beeinträchtigung der Bedeutungserfassung von Wörtern und Buchstaben auf bei erhaltenem Sehvermögen, häufig zusammen auftretend mit einer Agraphie (zu spezifischen Formen der Alexie s. BENSON et al., 1971).

In der klinischen Praxis wird man meist mit Mischformen sowie mehr oder minder ausgeprägten Aphasien konfrontiert werden, und FAUST (1956) verweist auf die verwirrende Nomenklatur innerhalb der Aphasieforschung, die die Verständigung zwischen den einzelnen Autoren erschwert. Im Gegensatz zu gängigen Aufteilungen nach verschiedenen Formen der Aphasie vor dem Hintergrund der klassischen Hirnpathologie nimmt BAY (1960, 1969) mehr eine einheitliche aphasische Störung an (aphasische Grundstörung, die durch Störung nichtsprachlicher Leistungen sich im klinischen Bild sehr unterschiedlich äußern kann), und zwar eine Störung derjenigen Leistungen, wie sie die menschliche Sprache von allen übrigen Kommunikationssystemen unterscheidet: ... es ergibt sich der zwingende Schluß, "daß die Störung, die wir Aphasie nennen, die Sprache nur insoweit betrifft, als diese Aussagen macht. Sofern eine Sprachhandlung

lediglich vorsprachlichen Kommunikationsformen dient - dem Ausdruck von Affekten oder von Verhaltensstereotypien - wird sie von der Aphasie nicht betroffen. Auf der anderen Seite ist die Unfähigkeit, Aussagen zu machen, nicht auf die artikulierte Sprache beschränkt, sondern sie betrifft die Gebärdensprache und die bildliche Darstellung in gleicher Weise". So führt BAY (1969) weiter an, daß die "gleichen Hirnherde, die beim Normalsinnigen zur Aphasie, d. h. zum Verlust der Lautsprache führen" beim "Taubstummen zum Verlust seiner Gebärdensprache" führen (vgl. auch die Annahme sowjetischer Neuropsychologen, daß keine Aphasie ohne Störungen der "inneren" Sprache auftritt).

Übereinstimmend mit BAY faßt auch FRÜHAUF (1970) aufgrund seiner Untersuchung zusammen: "Die einzelnen Aphasietypen zeigen immer enge Beziehungen zueinander und können nur als Ausprägungsformen, nicht als Gegensätze verstanden werden." Auf die Hypothese altersentsprechender Formen der Aphasie im Zusammenhang fortschreitender Lateralisierung der Sprache von BROWN und JAFFE (1975) sei hingewiesen, ebenso auf die bei NEWCOMBE und MARSHALL (1967) zum Ausdruck kommende Problematik einer Trennung von mehr umschriebenen dysphasischen Störungen gegenüber sprachlichen Beeinträchtigungen im Zusammenhang mit Gedächtnisfaktoren (z. B. Nachsprechen von Sätzen): letzteres würde unabhängig von der An- oder Abwesenheit einer Dysphasie nach linksseitiger Hirnschädigung auftreten (vgl. MEYER und JONES, 1957; MEYER und YATES, 1955; MILNER, 1958; McFIE und PIERCY, 1952; WEINSTEIN und TEUBER, 1957).

In bezug auf die Erforschung funktionaler Hemisphärenasymmetrien ist weiter zu beachten, daß die hier angeführten neuropsychologischen Syndrome relativ komplexe Leistungen beinhalten, die oft als Störungen im Zusammenwirken mehrerer Funktionen aufgefaßt werden können.

Mischformen, Komplexitätsniveau der untersuchten Funktionen und nomenklatorische Verwirrungen erschweren dabei neben allen weiteren Unterschieden der Untersuchungen die differenzierte Aussage zur funktionalen Hemisphärenspezialisierung, wie sie dem heutigen Forschungsstand angemessen wäre. Wenn PERRET (1973) die heutigen Definitionen zur Aphasie, Apraxie und Agnosie als so unscharf ansieht, "daß sie Personen, die nicht selbst über eine jahrelange Erfahrung verfügen, nur wenig Einsicht in die Zusammenhänge zwischen Gehirn und menschlichem Verhalten geben können", so ist weiter überspitzt zu fragen, ob es sich in bezug auf diese Begriffe mehr um individuell angesammelte Anmutungen handelt denn um interindividuell eindeutig mittelbare Konstrukte und ihrer operationalisierten Definitionen im Sinne einer empirischen Forschungsmethodologie. Es würde wohl auch mehr einer Stagnation in der Aphasieforschung gleichkommen, wollte man im Rahmen heutiger neuropsychologischer Forschung noch mit LEISCHNER (1963) ausführen, daß die Untersuchungsmethoden der Aphasiologie (klassisch-) psychiatrische seien. Zuzustimmen ist hier vielmehr der Ansicht von SCHENCK (1972): die Forschungsrichtung psychoneurologischer Störungen ist dem rein psychiatrischen Bereich insofern entwachsen, "als einerseits sich hochdifferenzierte psychische Funktionen exakt nur mit Hilfe testpsychologischer Verfahren experimentell sichern lassen, andererseits bestimmte Fragestellungen nur mittels größerer Patientenkollektive anzugehen sind, deren statistische Bearbeitung eine enge Kooperation von Klinikern und Psychologen erforderlich macht." In der Abbildung auf Seite 160 verdeutlicht SCHENCK (1972; s.a. MEINHARDT, 1975 sowie insbesondere WEIGL, 1972 - auch WEIGL und BIERWISCH, 1972 - zu neuro-psychologischen und psycholinguistischen Problemen der Schriftsprache und ihrem Erwerb und STOCKERT und HEESCHEN, 1971 zum linguistischen Ansatz bei der Untersuchung von Aphasien) im Rahmen von Begriffen aus der

Sprachstörungen

auditiver Kanal

	Empfindung	akustische Wahrnehmung	sprachliche (Verstehen)	höheres Sprachverständnis	Gedächtnis Kurzzeit-	Vorstellung Langzeit Gedächtnis	akustisch-motorische Integration
EDV	INPUT	DATENVERARBEITUNG			DATEN-SPEICHERUNG	DATEN-ABRUFUNG	OUTPUT
Störungen	Taubheit	"Seelentaubheit" auditive Agnosie	sensorische Aphasie Hörstummheit Echolalie	Störungen des sprachlichen Zusammenhanges, des Sinnverständnisses, des Abstraktionsvermögens	Limitierung des Wortschatzes	amnestische Aphasie	motorische Aphasie (verbale Apraxie)

elektronischen Datenverarbeitung diejenigen Punkte, an welchen Störungen im komplexen Sprachvorgang angreifen können, noch im Rahmen psychiatrischer Hirnwerkzeugstörungen. Um den heutigen Anforderungen zu genügen, müßte dem Schema eine weitere Reihe mit Angaben zu testpsychologischen Verfahren angefügt werden, und zwar Verfahren, die den Anforderungen hinsichtlich Objektivität, Reliabilität und Validität genügen und so auch im neuropsychologischen Bereich der Psychiatrie/Neurologie so etwas wie eine "quantitative Psychopathologie" (PICHOT, 1973) herbeiführen (vgl. auch ORGASS und POECK, 1969 zur Aphasieprüfung mit psychometrischen Verfahren).
Die möglichen Überlappungen verschiedener Funktionsstörungen bzw. das Ineinandergreifen verschiedener Funktionen bei komplexen Aufgabenstellungen wäre dann abzuklären mit Hilfe angemessener statistischer Methoden (z. B. mit der Faktorenanalyse; vgl. GLONING et al., 1967 zum Gerstmann-Syndrom).

GLONING et al. (1954) führen z. B. die folgende - hier gekürzt wiedergegebene - Tabelle zu vorwiegend linksseitig repräsentierten Syndromen an:

Frontal: motorische Aphasie, motorische Agraphie, Gesichtsapraxie
Parietal: amnestische Aphasie, polyglotte Aphasie, parietale Apraxie, parietale Alexie, parietale Agraphie, Akalkulie, Finger-Agnosie, taktile Agnosie
Temporal: sensorische Aphasie
Okzipital: optische Agnosie, reine Alexie

Solche in der heutigen klinischen Praxis vielfach üblichen Schemata mögen zwar meist trotz ihrer Vergröberungen - hinsichtlich topographischer Zuordnung und Syndromumschreibung - den klinischen Ansprüchen genügen, sie entsprechen aber in ihrer mangelhaften Operationalisierung nicht den methodischen Ansprüchen, die heute im Rahmen z. B. der Erforschung funktionaler

Hemisphärendifferenzen gestellt werden müssen.

2. Aphasie und Händigkeit

Die Frage der Bedeutung der Händigkeit bei Aphasien beschäftigt seit BROCA die Wissenschaft und kann auch heute noch nicht als aufgeklärt bezeichnet werden, wenn sich auch Tendenzen abzeichnen.

ZANGWILL (1955) faßt in einer Tabelle die Ergebnisse von WEISENBURG und Mc BRIDE (1935), CHESHER (1936), CONRAD (1949), HUMPHREY und ZANGWILL (1952) sowie ZANGWILL (1964) hinsichtlich des Auftretens von Aphasien nach links- oder rechtsseitiger Hirnläsion sowie verschiedener Schweregrade der Aphasien zusammen. Aus den Daten ließe sich ableiten, daß ausgeprägte Aphasien etwas häufiger nach Linkshirnläsionen vorkommen als nach Rechtshirnläsionen (vgl. SEIDEL, 1971).

In der angeführten Arbeit von CHESHER (1936) ergab sich, daß Linkshänder und Ambidexter sowohl nach links- wie auch nach rechtsseitigen Hirnschädigungen Aphasien aufwiesen. Der Autor schloß daraus, daß bei diesen beiden Gruppen andere Dominanzausprägungen vorliegen als beim Rechtshänder.
CONRAD (1949) kommt aufgrund seiner Untersuchung an 808 Hirnverletzten zu dem Schluß, "daß die Linkshändigkeit alle Zeichen der geringeren Spezialisierung zeigt. Linkshändigkeit bedeutet nicht einfach Rechtshirnigkeit in bloßer Umkehrung der Verhältnisse beim Rechtshänder, sondern sie bedeutet in höherem Maß Beidhirnigkeit als Ausdruck einer geringeren Spezialisierungsstufe auf dem Wege von einer Bilateralität über die Kontralateralität zur Unilateralität". Als "typisches Zeichen des geringeren Grades der Spezialisierung" faßt CONRAD dabei die leichtere Störbarkeit (Aphasiebereitschaft) sowie raschere Erholung (höhere Restitutionstendenz) beim Linkshänder

gegenüber dem Rechtshänder auf.

Ähnlich vertreten GOODGLASS und QUADFASEL (1954; vgl. GLONING et al., 1969) die Ansicht, daß Linkshänder für Aphasien anfälliger sind als Rechtshänder, und zwar nach Läsionen der linken wie auch der rechten Hemisphäre. Sie gehen davon aus, daß die Dominanzausprägung der linken Hemisphäre für die Sprache beim Rechtshänder eindeutiger ist gegenüber einer geringeren Spezialisierung der linken oder rechten Hemisphäre beim Linkshänder.

WEPMAN (1951) ging so weit, das Auftreten andauernder Aphasien nur in Abhängigkeit von einer Schädigung der linken Hemisphäre zu sehen, unabhängig von der manuellen Präferenz (vgl. BAUER und WEPMAN, 1955).

Aufgrund ihrer ausgedehnten Untersuchung an 522 Aphasikern stellen PENFIELD und ROBERTS (1959) fest, daß Aphasien bei LH nach rechtshirnigen Läsionen ebenso selten sind wie bei Rechtshändern. In einer eigenen Literaturübersicht kommt ROBERTS (1969) zu dem Schluß, daß die linke Hemisphäre bei ungefähr 95 Prozent der Rechtshänder sprachdominant ist, während bei Linkshändern sowie Beidhändern die linke Hemisphäre nur etwa in zwei Drittel der Fälle dominant für Sprache sei (vgl. u. a. Teil V, Kap. 9.5.).

HUMPHREY und ZANGWILL (1952) sowie HECAEN und PIERCY (1956) fanden auch bei LH andauernde Aphasien nach schwerer Hirnschädigung der linken Hemisphäre ('gekreuzte Aphasien', vgl. auch: BRAMWELL, 1898, 1899; ROBERTS, 1959; GOODGLASS und QUADFASEL, 1954; BAUER und WEPMAN, 1954). HUMPHREY und ZANGWILL stellten dabei ähnlich wie CONRAD (1949) einen günstigeren Verlauf sowie eine schnellere Restitution bei Links- und Beidhändern als bei Rechtshändern heraus. Auch LURIA (1947) nimmt für diese beiden Gruppen eine mehr bilaterale Sprachrepräsentation gegenüber Rechtshändern an, vergleichbar jener von Kindern. Im Kindesalter - die Grenze

wird meist zwischen dem 6. und 9. Lebensjahr gesehen - besteht eine weitgehende Fähigkeit der rechten Hemisphäre, Sprachfunktionen der linken Hemisphäre nach deren Läsion zu übernehmen, wenn auch - nach STUTTE (1965) sowie HECAEN et al. (1964) - Restsymptome bestehen bleiben können (wie z. B. Stammeln, geringere Spontansprache sowie geringerer Wortschatz; vgl. auch HILLIER, 1954, der von einer 14-jährigen Patientin berichtet, deren dominante Hemisphäre entfernt wurde und die nach zwei Jahren wieder sprechen konnte).

Ähnliche Sprachauffälligkeiten vermutet im übrigen auch SOVAK (1962) bei gesunden Linkshändern, denen er vermehrt z. B. Stereotypien und geringeres Spontansprechen zuschreibt.
SUBIRANA (1958, 1964) geht davon aus, daß die Prognose bei Aphasien umso ungünstiger ist, je größer die Stabilität der Rechtshändigkeit: Tendenzen zur Linkshändigkeit in der Familie würden auf eine günstigere Prognose in der Resitution der Aphasie hinweisen.

Zusammenfassend kann im Rahmen heutiger Erkenntnisse davon ausgegangen werden, daß bei mehr Links- als Rechtshändern bilaterale oder stärker rechtshemisphärische Sprachrepräsentation vorliegt. Es ist wohl auch weiter anzunehmen, daß bei sogenannter genuiner Rechtshändigkeit häufiger eine eindeutige Dominanzausprägung in bezug auf die funktionale Hemisphärenspezialisierung für sprachliche Reize vorliegt als bei genuiner Links- oder Beidhändigkeit. Von daher wird man weiter auch für einen bestimmten Anteil von Links- oder Beidhändern (und für einen weit geringeren Prozentsatz auch von Rechtshändern) mit unausgeprägter Hemisphärendominanz für sprachliche Reize eine zwar erhöhte Anfälligkeit für Beeinträchtigungen der Sprachfunktionen nach Hirnläsionen finden, aber auch mit einem günstigeren Verlauf und einer schnelleren Restitution rechnen können. Die Beziehungen zwischen Händigkeit und Sprachstörung lassen sich allerdings wohl nur dann eindeutig klären,

wenn die in den bisherigen Kapiteln (z. B. zur Händigkeit sowie zur Beziehung zwischen Händigkeit und Aphasie) angeführten methodenkritischen Gesichtspunkte genügend Berücksichtigung finden.

3. Verbale Intelligenzkomponenten und funktionale Hemisphärenspezialisierung

Untersuchungen mit Intelligenztests sind den sog. Ausschaltungstechniken zuzuordnen, Hier sollen vor allem Untersuchungen mit den WECHSLER-Intelligenztests referiert werden, wobei dieses Verfahren sich in der deutschen Bearbeitung in einen Verbal- und Handlungsteil gliedert mit den folgenden Untertests:

Allgemeines Wissen, Allgemeines Verständnis, Rechnerisches Denken, Gemeinsamkeiten finden, Wortschatz (Verbalteil); Zahlen-Symbol-Test, Bilderergänzen, Bilderordnen, Mosaiktest, Figurenlegen (Handlungsteil). Untersucht wird die Frage, ob sich funktionale Hemisphärendifferenzen bezüglich verbaler oder wahrnehmungsorganisatorischer Funktionen in den beiden Testteilen oder spezifischen Untertests wiederspiegeln. Es sollen hier also überwiegend Untersuchungen von Patientengruppen mit links- oder rechtsseitiger Lokalisation der Hirnschädigung referiert werden (ansonsten siehe z. B. DONY, 1973; SCHOLTZ, 1972).
Dabei können Störungen von spezifischen Intelligenzfaktoren, die sich in Leistungsdefiziten spezifischer Untertests oder Testteile aufweisen lassen, auch im Sinne von Hirnwerkzeugstörungen oder neuropsychologischen Syndromen definiert werden (vgl. auch die faktorenanalytische Arbeit von GLONING et al., 1967 zum Gerstmann-Syndrom).
Wurden nun die Leistungen von linksseitig oder rechtsseitig geschädigten, erwachsenen Patienten im Verbal-

und Handlungsteil verglichen, so ergab sich vielfach, daß nach linksseitiger Läsion der Verbal-Intelligenzquotient, nach rechtsseitiger Schädigung jedoch der Handlungs-Intelligenzquotient niedriger war, wobei in einigen Untersuchungen weiter bei diffus Hirngeschädigten keine signifikanten Unterschiede zwischen Verbal- und Handlungsteil gefunden wurden (ANDERSON, 1950, 1951; REITAN, 1955, 1966; MATTHEWS und REITAN, 1964; REED und REITAN, 1969; REITAN und FITZHUGH, 1971; HEILBRUN, 1956; GUERTIN et al., 1966; SMITH, 1966; BERNER et al., 1971; COSTA und VAUGHAN, 1962; SATZ et al., 1967; VEGA und PARSONS, 1969; PARSONS et al., 1969; ARRIGIONI und DE RENZI, 1964; Mc FIE und PIERCY, 1952; MILNER, 1958; BALTHAZAR et al., 1961; BALTHAZAR und MORRISON, 1963; BALTHAZAR, 1963; DOEHRING et al., 1961; MEYER, 1961; PERRET, 1968; WARRINGTON und JAMES, 1967; KLØVE, 1959; vgl. auch die Profilunterschiede zwischen Patienten mit links temporal oder rechts parietal gelegenen raumfordernden Prozessen im Leistungsprüfsystem von HORN, 1962 bei FRÜHAUF, 1974; bei einer Reihe von verbalen Aufgabenstellungen fand FRÜHAUF, 1970 jeweils auf dem 1%-Niveau signifikante Unterschiede zwischen Patienten mit rechts- oder linksseitigen Großhirnschädigungen; s. a. WEINSTEIN und TEUBER, 1957 mit Leistungsverschlechterungen insbesondere von linksseitig parieto-temporal Hirngeschädigten im Army General Classification Test, der überwiegend in seinen drei Untertests - Wortschatz, Rechnerisches Denken, Raumvorstellung - Funktionen aus dem sprachlichen Bereich anspricht).

In einem Teil der angeführten Untersuchungen ergaben sich allerdings bezüglich des Handlungsteiles zwischen rechts- und linksseitig Hirngeschädigten keine signifikanten Differenzen (s. a. LANSDELL, 1962; SMITH,1966). Dies könnte z. T. dadurch erklärt werden, daß die im Handlungsteil unter Zeitdruck geforderten manuellen Leistungen durch linksseitige Hirnschädigung beim Rechtshänder beeinträchtigt sind und von daher zu einer Leistungsminderung in diesem Testteil führen - ohne daß dadurch wahrnehmungsorganisatorische Faktoren an sich mitbe-

einträchtigt sein müßten (vgl. hierzu auch die kritische Übersicht von FRENCH, 1959 zu: "Intellectual appraisal of physically handicapped children"; siehe auch BORTNER und BIRCH, 1960, mit ihrer Untersuchung von Patienten mit linken oder rechten Hemiplegien anhand des 'Mosaiktests'). Weiter findet sicher eine Mitbeteiligung der linken Hemisphäre bei Aufgaben des Handlungsteiles statt z. B. bei leicht verbalisierbarem Reizmaterial, so daß auch von daher Schädigungen der linken Hemisphäre zu einer Beeinträchtigung der Leistung im Handlungsteil führen können (vgl. HEILBRUN, 1956, der bei nicht dysphasischen Patienten keinen Unterschied zwischen links- und rechtsseitig Geschädigten im Verbal-Wert fand, während Patienten mit dysphasischen Symptomen in verbalen wie auch nicht-verbalen Aufgaben schlechter abschnitten; FRÜHAUF, 1969, 1970 nimmt bei aphasischen Patienten Minderleistungen in sprachgebundenen und nicht-verbalen Aufgaben an gegenüber Störungen nur in sprachfreien Aufgaben bei hirnorganisch Geschädigten ohne Aphasie).

In diesem Zusammenhang sei die Untersuchung von POECK et al. (1973) eingefügt: die Autoren untersuchten Patienten mit links- und rechtsseitiger umschriebener retrolandischer Hirnschädigung mit dem Benton- sowie dem Gottschaldt-Test und fanden, daß linksseitig Hirngeschädigte mit Aphasier in diesen beiden Verfahren schlechtere Leistungen erbrachten als linksseitig Geschädigte ohne Aphasie. Die rechtsseitig Hirngeschädigten unterschieden sich in ihrer Leistung nicht von den aphasischen Patienten. Im Wechsler-Intelligenztest war der Verbal-IQ der aphasischen Patienten signifikant geringer als bei den anderen Gruppen, während keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen für den Handlungsteil gefunden werden konnten. Da der Verbal-IQ nicht mit den beiden experimentellen Verfahren korrelierte, schlossen die Autoren die Annahme aus, daß die beobachtete Leistungsminderung der Aphasiker in den beiden experimentellen Verfahren hinreichend durch die

vorliegende Sprachstörung erklärt werden könnte im Rahmen von Lösungsstrategien mit 'innerer Verbalisierung' bei visuo-spatialen Aufgabenstellungen. Auch das Ausmaß der Hirnschädigung war bei den beiden linksseitig geschädigten Gruppen vergleichbar und konnte so nicht zur Erklärung der Unterschiede herangezogen werden. Die Autoren gehen vielmehr davon aus, daß nach links- wie auch rechtsseitiger retrolandischer Hirnschädigung optisch-räumliche Funktionsstörungen auftreten können, und daß die Aphasie nach linksseitiger Hirnschädigung auf eine bestimmte Hirnregion hinweist, deren Läsion für die untersuchten Leistungen kritisch ist. So korrelierten die beiden experimentellen Verfahren auch hoch mit dem Handlungs-IQ, und es fanden sich weiter zwischen den beiden experimentellen Verfahren hohe Korrelationen bei den rechtsseitig Geschädigten und den Aphasikern, nicht aber bei den linksseitig Geschädigten ohne Aphasie (vgl. auch DEE und BENTON, 1970 sowie DEE, 1970 zu Störungen visuo-perceptiver und visuo-construktiver Funktionen nach links- wie auch rechtsseitiger Hirnläsion; weiter auch DE RENZI und SPINNLER, 1966 zu visuellen Wahrnehmungsstörungen nach unilateraler, insbesondere rechtsseitiger Hirnschädigung; ältere Arbeiten: BRAIN, 1941; PATERSON und ZANGWILL, 1944; DENNY-BROWN et al., 1952).

HEILBRUN (1956) wie auch BENTON (1962) betonen, daß die Untertests des Wechsler-Handlungsteiles nicht als 'nonverbal' zu bezeichnen sind und auch nicht ursprünglich mit dieser Intention konstruiert wurden. PARSONS et al. (1969) gehen aufgrund faktorenanalytischer Untersuchungen (siehe z. B. BERGER et al., 1964) davon aus, daß der Untertest 'Wortschatz' die höchsten Ladungen auf dem Verbal-Faktor aufweist und der Untertest 'Mosaiktest' die höchsten Ladungen auf dem wahrnehmungsorganisatorischen Faktor besitzt (vgl. jedoch auch BORTNER und BIRCH, 1960, die bei Hirngeschädigten im 'Mosaiktest' weniger die Wahrnehmung an sich gestört fanden als vielmehr

visuo-motorische Ausfälle im Rahmen apraktischer Störungen sowie WARRINGTON et al., 1966, die im'Mosaik-Test' keine spezifischen Effekte in bezug auf die Lateralisierung der Hirnschädigung fanden).
Aus diesen Gründen verwendeten PARSONS et al., (1969) nur diese beiden Untertests und fanden die Hypothese bestätigt, daß rechtsseitige Hirnschädigungen die wahrnehmungsorganisatorischen, visuo-construktiven Fähigkeiten beeinträchtigt, linksseitige Hirnschädigung jedoch mehr die sprachlichen Funktionen. Eine entscheidende Beeinflußung dieser Ergebnisse durch Variablen wie Alter, emotionale Störungen, Lokalisation, Art und Schwere der Hirnschädigung konnte nicht gefunden werden (vgl. ANDERSON, 1951, der in bezug auf den Handlungsteil nur im 'Mosaiktest' signifikant bessere Leistungen von linksseitig gegenüber rechtsseitig Hirngeschädigten fand; s. a. DONY, 1973, in dessen Untersuchung von hirngesunden und -geschädigten Kindern bei durchschnittlicher Begabung nur eine signifikante Minderleistung im 'Mosaiktest' für die Hirngeschädigten zu beobachten war, während bei den überdurchschnittlich intelligenten Hirngeschädigten im 'Bilderergänzen' eine signifikant schlechtere Leistung auftrat).

In bezug auf die Mitbeteiligung verbaler Funktionen im Handlungsteil sei die von SCHMALOHR (1971) wiedergegebene Faktorenanalyse zur Intelligenzstruktur bei lernbehinderten Sonderschulanwärtern aufgeführt:

"Faktor I ist am besten durch die Bezeichnung 'sprachliche Intelligenz' oder 'Verbalfaktor' charakterisiert. Er wird geprägt durch den Wortschatztest, aber auch durch die anderen Untertests des Verbalteiles (mit Ausnahme des Rechnerischen Denkens) und teilweise durch die Untertests Bilderergänzen und Bilderordnen des Handlungsteiles.

In den Faktor II, der als reiner 'Handlungsfaktor' vor allem die 'Organisation in der Wahrnehmung' und das 'Arbeiten unter Zeitdruck' betrifft, gehen die Untertests des Handlungsteiles ein, am stärksten das Figurenlegen und der Mosaik-Test.
Faktor III, der am meisten auf den Untertests Rechnerisches Denken, Zahlen-Symbol-Test und Allgemeines Wissen geladen ist und insofern den 'Umgang mit Zahlen und Symbolen', die 'Schulbildung' und das 'Kurzzeitgedächtnis' betrifft, wird am besten als 'Lernfähigkeit' interpretiert".

MAXWELL (1959) extrahierte zwei Faktoren in seiner Untersuchung mit einer als repräsentativ zu geltenden Stichprobe von Kindern und kam zu sehr ähnlichen Ergebnissen: den Faktor I möchte er mit 'verbal-intellectual' anstatt nur mit 'verbal' umschreiben, da auch Untertests wie 'Mosaiktest' und 'Figurenlegen' hoch auf ihm laden, während Faktor II ('space performance') fast ausschließlich durch den 'Mosaiktest' sowie 'Figurenlegen' repräsentiert ist (zu weiteren Faktorenanalysen mit dem Wechsler-Verfahren s. LIENERT und FABER, 1963; KEREKJARTO und SCHMIDT, 1962; COHEN, 1952, 1959).

In bezug auf die Gegenüberstellung von 'sprachlich - nicht sprachlich' erscheinen hier die Ergebnisse von PERRET (1968) von Bedeutung: er untersuchte Patienten mit links- und rechtsseitigen Hirnläsionen mit dem HAWIE sowie vier Gedächtnis- und Lerntests. Zwischen Seitigkeit der Hirnläsion und Verbal- bzw. Handlungs-IQ ergaben sich die erwarteten Tendenzen, allerdings nicht signifikant. Bei der Wiedergabe von z. B. Kurzgeschichten lagen die Leistungen der Patienten mit linksseitigen Läsionen jedoch statistisch hochsignifikant unter denjenigen von Patienten mit rechtsseitigen Läsionen, während bei den nicht-verbalen Gedächtnis- und Lerntests keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen auftraten. PERRET (1968) geht zunächst davon aus, daß bei den sogenannten nicht-verbalen

Tests Lösungen auch über Verbalisierungen erfolgen, führt aber gleichzeitig an, daß "die Unterschiede zwischen den Patientengruppen am HAWIE einerseits und an den Gedächtnistests andererseits, bezüglich der Dichotomie 'sprachlich - nicht-sprachlich' nicht parallel" sind. Daraus folgert er: "Es scheint somit, daß die Dichotomie 'sprachlich - nicht-sprachlich' durch eine andere ergänzt werden kann (MILNER, 1967), nämlich: Registrieren und Speichern, im Zusammenhang mit der linken Großhirnhemisphäre einerseits, und Wahrnehmen, im Zusammenhang mit der rechten Großhirnhemisphäre andererseits"(s. a. PERRET, 1969; PERRET et al., 1971).

PAMPUS und WEINMANN (1973) führten bei Beginn des von ihnen sogenannten leichten Durchgangsyndroms den HAWIE durch und stellten keine signifikanten Unterschiede zwischen Verbal- und Handlungsteil fest. Die Autoren erklären dies damit, daß im Stadium des leichten Durchgangsyndroms vor allem noch Konzentration, Auffassung und Merkfähigkeit beeinträchtigt seien, Ausfälle, die sich sowohl im Handlungs- wie auch Verbalteil des HAWIE auswirken würden.
LANSDELL (1962) verglich Patienten mit linksseitig lokalisierten Epilepsien und - aufgrund des Wada-Tests - rechtsseitig lokalisierter Sprachdominanz (nach Schädigung im Kindesalter) mit den beiden folgenden Patientengruppen: 1.) Patienten mit linksseitig lokalisierten Epilepsien und aufgetretenen dysphasischen Störungen, 2.) Patienten mit rechtsseitig lokalisierten Epilepsien ohne aufgetretene dysphasische Störungen. Es zeigte sich, daß die Patienten mit linksseitigen Epilepsien und rechtsseitiger Sprachdominanz in ihren verbalen Fähigkeiten (im Wechsler-Bellevue-Test) der Gruppe von Patienten mit rechtsseitiger Epilepsie (ohne dysphasische Störungen) mehr entsprachen als den Patienten mit linksseitigen Epilepsien und dysphasischen Symptomen. Da bei der Kontrollgruppe mit links-

seitig lokalisierten Epilepsien erst im späteren Alter neurologische Störungen auftraten, kann für diese Gruppe angenommen werden, daß hier die frühkindliche Hirnschädigung zu einer Übernahme der Sprachfunktionen durch die rechte Hemisphäre führte. Dadurch ergibt sich eine fast identische Leistungsfähigkeit in den verbalen Untertests wie bei der Kontrollgruppe mit rechtsseitiger Epilepsie (wobei diese beiden Gruppen in den verbalen Untertests bessere Leistungen erbrachten als die Gruppe mit linksseitigen Epilepsien). KOHN und DENNIS (1974) untersuchten links- und rechtsseitig Hemisphärektomierte mit dem Wechsler-Verfahren und fanden für beide Gruppen keine signifikanten Differenzen zwischen Verbal- und Handlungs-IQ (zwischen den sowie innerhalb der Gruppen); lediglich bei den rechtsseitig Hemisphärektomierten ergab sich eine Tendenz zum höheren Verbal- gegenüber Handlungs-IQ. Da bei allen Patienten eine frühkindliche Hirnschädigung vorlag, ist bereits für die Zeit vor der Operation (mit 6 bis 20 Jahren) eine Kompensation durch die jeweils nicht geschädigte Hemisphäre anzunehmen.

McFIE (1960, 1961) meint aufgrund seiner Untersuchungen mit dem Wechsler-Intelligenztest sowie anderen Verfahren die folgende Übersicht über Lokalisationen der Schädigung sowie spezifischen Ausfälle in einzelnen Untertests geben zu können:

Site of lesion	Test showing greatest impairment
Left frontal	Digit span, sentence learning
Left temporal .	Digit span, sentence learning, similarities
Left parietal	Digit span, sentence learning, arithmetic, block designs, Weigl's sorting
Right frontal	Picture arrangement, memory for designs
Right temporal	Picture arrangement, memory for designs
Right parietal	Picture arrangement, memory for designs, block designs

Bei Kindern kommt SCHOLTZ (1972) aufgrund seiner Übersicht zu dem Schluß: "Für den behaupteten Zusammenhang zwischen Seitigkeit der Schädigung und Überwiegen verbaler bzw. visuomotorischer Leistungen fanden wir keine beweisenden Untersuchungen." (Vgl. auch Mc FIE, 1961 a, b; HAMILL und IRWIN, 1966; GREENBAUM und BUEHLER, 1960; NORRIS, 1960; REED und REITAN, 1969; ABERCROMBIE et al., 1964).

Allerdings finden sich in der Literatur die folgenden Ausnahmen: so ergaben sich z. B. bei Mc FIE (1961) Hinweise darauf, daß der Verbal-IQ nach linksseitiger und der Handlungs-IQ nach rechtsseitiger Hirnschädigung bei Kindern niedriger war. Zu eindeutigeren Ergebnissen gelangten RUDEL et al. (1974): sie untersuchten Kinder und Jugendliche (7-18 Jahre) mit sehr früh erworbenen Hirnschädigungen mit dem Wechsler-Verfahren. Die Lateralisierung der Hirnschädigung wurde anhand der neurologischen Symptomatik bestimmt, je nachdem, ob überwiegend links-, rechts- oder gleichseitig neurologische Symptome vorlagen. Von den 60 Patienten wiesen nur 12 eine vorwiegend rechtsseitige neurologische Symptomatik auf gegenüber 36 Patienten mit überwiegend linksseitiger und 12 mit beidseitiger neurologischer Symptomatik. Der mittlere IQ war bei den Patienten mit rechtsseitiger neurologischer Symptomatik entsprechend der Annahme einer linksseitigen Hirnschädigung) signifikant geringer als bei den Patienten mit überwiegend linksseitiger Symptomatik (und der Annahme rechtsseitiger Hirnschädigung).

Weiter fanden sich die folgenden Tendenzen in der erwarteten Richtung:

1.) Bei den Patienten mit überwiegend linksseitiger neurologischer Symptomatik höherer Verbal-IQ als Handlungs-IQ

2.) bei den Patienten mit rechtsbetonter Symptomatik niedrigerer Verbal-IQ als Handlungs-IQ
3.) beim Vergleich zwischen den Gruppen:
   a) Patienten mit überwiegend linksseitiger neurologischer Symptomatik signifikant höherer Verbal-IQ als bei den Patienten mit rechtsbetonter Symptomatik
   b) in bezug auf den Handlungs-IQ nicht signifikante Tendenz für einen höheren Handlungs-IQ bei den Patienten mit überwiegend rechtsseitiger Symptomatik.

Aufgrund der Analogie dieser Ergebnisse mit Untersuchungen an Erwachsenen nehmen die Autoren an, "daß das Muster der Hemisphärenspezialisierung beim Erwachsenen vorgeburtlich angelegt ist." Die Ungleichheit neurologischer Seitensymptomatik wird u. a. als Hinweis auf eine größere Unverwundbarkeit der linken Hemisphäre für sehr frühe Hirnschädigung gewertet.

RUDEL und DENCKLA (1974) fanden in einer analogen Untersuchung vergleichbare Ergebnisse bei Kindern mit Lernstörungen: Kinder mit überwiegend linksseitiger neurologischer Symptomatik (und der Annahme rechtshemisphärischer Schädigung) wiesen einen signifikant höheren Verbal- gegenüber dem Handlungs-IQ auf, während Kinder mit rechtsseitiger neurologischer Symptomatik (angenommener linksseitiger Hirnschädigung) geringere Leistungen im Verbal- gegenüber dem Handlungs-IQ erreichten. Bei Kindern ohne neurologische Symptomatik bzw. mit bilateraler Symptomatik traten dagegen keine signifikanten Unterschiede zwischen Verbal- und Handlungs-IQ auf.

Bei nicht-hirngeschädigten Kindern verglichen im übrigen BELMONT und BIRCH (1966) die Leistungen in den beiden Testteilen bei guten und schlechten Lesern, wobei beide Gruppen durchschnittlich Begabte enthielten: schlechte Leser erreichten bessere Leistungen im Handlungs-, gute

dagegen bessere Leistungen im Verbal-Teil. Zu vergleichbaren Ergebnissen kamen WARRINGTON (1967) sowie ROSENBERGER (1970): unter schlechten Lesern war häufiger als erwartet der Verbal-IQ niedriger als der Handlungs-IQ (s. a. SCHUBENZ und BÖHMIG, 1964).

DANNINGER (1972) überprüfte den Zusammenhang zwischen EEG und HAWIK: weder die Differenz zwischen Verbal- und Handlungs-IQ in den einzelnen EEG-Gruppen (unauffällig, leicht auffällig und schwer auffällig) noch die Mittelwertsunterschiede der Gesamt-IQs, Verbal-IQs und Handlungs-IQs in der Gegenüberstellung der EEG-Gruppen erreichten hinreichend signifikante Werte (vergleichbares Ergebnis bei PENNINGTON et al., 1965; s. a. die widersprüchlichen Ergebnisse zu Beziehungen zwischen EEG und Intelligenz in der Übersicht von GUTTMANN, 1972). Angeführt seien allerdings die Ergebnisse von ANNETT et al. (1961, zit. n. HERBERT, 1964) unter Einbeziehung der Händigkeit: "The children with unilateral E.E.G. foci contralateral to the preferred hand, were poor on tests involving language, their ability to define words being particularly weak, but they were not notably impaired on non-language tests. The children with foci ipsilateral to the preferred hand showed severe deficits on a number of tasks which involve the re-ordering of visually perceived material in new spatial relationships (e.g. Picture Arrangement, Block Design, Objekt Assembly and Codling). Their arithmetic was also poor: but vocabulary was similar to that of the control group."

Insgesamt kann mit DONY (1973) angenommen werden, daß im Gegensatz zu den Ergebnissen bei erwachsenen Hirngeschädigten sich bei Kindern die Leistungsdifferenzen zwischen den Testteilen der Wechsler-Verfahren für links- oder rechtsseitig Geschädigte nicht mehr eindeutig aufweisen lassen: dafür scheinen der Schädigungszeitpunkt, die Kompensationsfähigkeit und auch die Dauer der Hirnschädigung ausschlaggebend zu sein. In bezug auf die

Chronifizierung der Schädigung fanden z. B. FITZHUGH et al. (1962) auch bei Erwachsenen mit längerer Schädigungsdauer keine Unterschiede zwischen links- und rechtsseitig Geschädigten für den Verbal- und Handlungs-IQ (im Gegensatz zu Patienten mit akuten Störungen).

Für die klinische Praxis bleibt festzuhalten, daß die in der Literatur aufgefundene Mittelwertsdifferenzen zwischen den beiden Testteilen der Wechsler-Verfahren häufig zu leichtfertig in die Einzelfalldiagnostik übertragen werden und entsprechend zu vorschnellen 'Organiker-Diagnosen' mit Hinweisen auf die Seitigkeit der Läsion münden (wobei darüber hinaus oft genug auch Minderleistungen in einzelnen Untertests erstaunlich weit interpretiert werden; vgl. REINARTZ und SEIFART, 1970). Wird schon in bezug auf die vorhandenen Normen der Handbücher oft die Größe der Standardmeßfehler bei der Interpretation von sogenannten Minderleistungen nicht beachtet, so wird weiter nicht in Betracht gezogen, daß ggf. entsprechende Minderleistungen wie bei hirnorganisch Geschädigten auch bei psychisch gestörten oder verhaltensauffälligen Patienten beobachtet werden können (vgl. auch HARTJE und KERSCHENSTEINER, 1973 zur Frage der psychodiagnostischen Relevanz von sakkadierten Folgebewegungen der Augen für die Abgrenzung zwischen hirnorganisch und nicht-hirnorganisch bedingten Beeinträchtigungen der intellektuellen Leistungen).

In diesem Zusammenhang wird auch der Einfluß des sozialen Milieus und der Beschulung z. B. bei Kindern auf die Leistungen im Verbalteil oft vernachlässigt. So fanden DEEGENER und DONY (1973) beim Vergleich von etwa 100 hirnorganisch geschädigten und 100 nicht hirnorganisch geschädigten Patienten (letztere aller-

dings mit Verhaltensstörungen) einer kinderpsychiatrischen Abteilung, daß Abweichungen von 15 IQ-Punkten und mehr zwischen Verbal- und Handlungs-IQ bei den 'Organikern' in 22 Prozent der Fälle, bei den 'Nicht-Organikern' in 28 Prozent der Fälle zu beobachten waren (vgl. SEASHORE, 1951; FIELD, 1960). In bezug auf den BENTON-Test (deutsche Bearbeitung von SPREEN, 1972), bei dem Minderleistungen allgemein als Anzeichen für das Vorliegen einer hirnorganischen Schädigung angesehen werden, wurden zwischen hirngeschädigten und verhaltensgestörten Kindern keine bedeutsamen Leistungsunterschiede gefunden (DONY und DEEGENER, 1973; DEEGENER, 1974; in bezug auf die diagnostische Effizienz des BENTON-Tests bei Erwachsenen s. HARTJE und ORGASS, 1972). Entsprechend führt so auch MEYER (1957) an: "Psychologists, in particular, should not merely seek to discover and localize lesions or regard patients as passive carriers of a morbid anatomic process but should attempt to estimate how much a patient is brain damaged and to what extent anatomic factors and to what extent, as Rothschild points out "broader biologic or more personal factors" are concerned in producing symptoms." (Zur Erfassung hirnorganisch oder milieureaktiv bedingter Lernbehinderungen s. a. KORNMANN, 1971 sowie JOHNSON und MYKLEBUST, 1971; vgl. auch DEEGENER, 1974 zur Komplexität und durchgängiger Überlappung 'innerer' und 'äußerer' Bedingungen des Entwicklungsprozesses.)

Insgesamt dürfen so insbesondere bei Kindern Diskrepanzen zwischen den Testteilen nicht entsprechend häufiger klinischer Praxis vorschnell im Sinne einer Hirnschädigung oder deren Seitigkeit interpretiert werden. Vgl. in diesem Zusammenhang auch die Übersicht und eigene Untersuchung von KORNMANN und MÜLLER-EDENBORN (1975): bei verschiedensten Stichproben erwies sich, daß einige Untertests für alle Stichproben grundsätzlich schwerer sind als andere: "Nachgewiesen wurde ein testtypisches Profil des HAWIK." Die Autoren fassen u. a. zusammen: "Die ungleichen Normen der Untertests verbieten ... eine profilanalytische Auswertung des HAWIK."

4. Sprachliche Leistungen der rechten Hemisphäre

In diesem Abschnitt sollen schwerpunktmäßig Untersuchungen angeführt werden, die Hinweise auf Informationsverarbeitungen in der rechten Hemisphäre bei im weitesten Sinne sprachlichen Leistungen erbrachten.

In bezug auf die Sprachfähigkeit nahm bereits JACKSON (1874, 1878, 1879) an, daß die linke ("major") Hemisphäre für die bewußte bzw. willkürliche (Aussage-) Sprache dominant sei, während die rechte ("minor") Hemisphäre die automatischen und emotionalen Sprachäußerungen steuert (vgl. POECK, 1968; PERRET, 1973). In diesem Zusammenhang führt LEBRUN (1974) die Untersuchungsergebnisse von SMITH (1966) bei einem 48 jährigen Patienten an, dessen sprachdominante Hemisphäre vollständig abgetragen wurde. Zwar bestand auch nach der Operation eine schwere motorische Aphasie, die Aussagesprache war völlig erloschen, der Patient konnte aber fluchen, d. h. emotionale Sprachäußerungen werden auch durch die nicht dominante Hemisphäre bewirkt. WITTLING (1973) führt weiter die Arbeit von ZOLLINGER (1935) an, wonach bei Extirpation der linken Hemisphäre auch Elemente automatischer Sprache verblieben, und ähnliche Ergebnisse wurden von OBRADOR (1964) bei Hemisphärektomierten beobachtet (s. a. HILLIER, 1954).

Nach rechtsseitigen Hirnläsionen wird zwar die Umgangssprache wenig oder garnicht gestört, allerdings wurden - z. T. vorübergehende - Artikulationsstörungen beobachtet (ASSAL und ZANDER, 1969; SMITH und BURKLAND, 1967; MARIE, 1906; MARCIE et al., 1965; EISENSON, 1961; DE REUCK und O'CONNOR, 1964). LEBRUN (1974) führt neben zwei eigenen Patienten auch Beobachtungen von CRITCHLEY (1970) sowie BARBIZET und LENOIR (1968) an, wonach bei rechtsseitigen Hirnläsionen Patienten schwatzsüchtig werden, ausschweifend und weitläufig antworten, logorrhöisch sind und nur schwer Fragen klar und sachlich beantworten können.

Angeführt werden soll hier noch die Arbeit von BORKOWSKI et al. (1967) zur Wortflüssigkeit (word fluency: innerhalb einer bestimmten Zeit sollen so viele Worte wie möglich genannt werden, die mit einem bestimmten Buchstaben des Alphabets beginnen): es ergab sich ein Hinweis darauf, daß insbesondere bei schwierigen Buchstaben hinreichend zwischen rechts- und linksseitig Hirngeschädigten unterschieden werden kann (bei niedrigerer Leistung linksseitig Geschädigter). Die Arbeiten von MILNER (1964), BENTON (1968), RAMIER und HECAEN (1970) sowie PERRET (1974) weisen weiter auf Störungen der Wortflüssigkeit (-geläufigkeit) nach insbesondere linksseitigen Frontallappenläsionen hin, wenn auch Hinweise darauf bestehen, daß innerhalb rechtsseitiger Läsionen wiederum Schädigungen des Frontallappens die Wortflüssigkeit stärker herabsetzen als nicht frontale, rechtsseitige Läsionen. Als Erklärung für die starke Minderung der Wortflüssigkeit nach linksseitigen Frontallappenläsionen geht PERRET (1974) von der Hypothese aus, daß "diese Schwäche der Kombination von Sprachstörungen nach Läsionen in der linken Hemisphäre, und einer Anpassungsstörung an ungewohnte Situationen nach Läsionen der Frontallappen zuzuschreiben" ist. In diesem Zusammenhang seien weiter die Annahmen von GUTTMANN (1972) eingefügt: "Obgleich eine empirisch fundierte Entscheidung gegenwärtig nicht möglich ist, kann man die vorläufige Hypothese aufstellen, daß die phylogenetisch erst spät entwickelte Fähigkeit des verinnerlichten Verhaltens, die dem Lebewesen eine noch bessere Anpassung an variierende Umweltgegebenheiten gestattet, ihre organischen Grundlagen in den auch stammesgeschichtlich am spätesten differenzierten Regionen der Großhirnrinde besitzt, und die Funktion des Stirnhirns nicht, wie früher vermutet, mit Verhaltensaspekten wie 'Moral' oder 'Sozialanpassung', sondern mit dem verinnerlichten Verhalten in Verbindung zu bringen ist" - verinnerlichtes Verhalten im Sinne einer verinnerlichten Probehandlung, die ohne äußerlich beobachtbare Begleiterscheinungen

ablaufen kann (zur Psychopathologie frontaler Läsionen siehe u. a. Mc FIE und PIERCY, 1952).

Aufgrund seiner Untersuchung mit der Natrium-Amytal-Technik kommt CZOPF (1972) abschließend zu dem Ergebnis, daß man damit rechnen muß, "daß, wenn die dominante Hemisphäre geschädigt ist und eine Sprachstörung besteht, ein chirurgischer Eingriff an der nicht-dominanten deren Verschlechterung herbeiführt." Mit der gleichen Technik untersuchte KINSBOURNE (1971) drei linksseitig hirngeschädigte, aphasische Patienten: nach Funktionsblockierung der rechten Hemisphäre waren die sonst noch vorhandenen Sprachfähigkeiten bei zwei Patienten völlig erloschen.

JONES (1966) fand im übrigen mit dem Wada-Test bei vier Stotterern sowohl nach links- wie auch nach rechtsseitiger Injektion dysphasische Sprachstörungen und schloß auf bilaterale Sprachkontrolle bei diesen Probanden (drei der vier Stotterer waren Linkshänder). Dieser Befund konnte allerdings von ANDREWS et al. (1972) nicht bestätigt werden: drei von vier Stotterern wiesen aufgrund des Wada-Tests linksseitige Sprachdominanz auf, und bei dem einen Stotterer mit bilateraler Sprachdominanz trat die Sprachstörung erst nach einem Kopfunfall auf. Vergleichbar fanden LUESSENHOP et al. (1973) bei zwei rechtshändigen erwachsenen Stotterern mit dem Wada-Test linkshemisphärische Sprachdominanz, und auch bei einem linkshändigen Stotterer ("He was ambidextrous but predominantly left-handed.") ergab sich linksseitige Hemisphärendominanz für Sprache ohne einen Hinweis auf dysphasische Symptomatik nach rechtsseitiger Injektion. HOMMES und PANHUYSEN (1970; vgl. WEINSTEIN und KELLER, 1963; MARCIE et al., 1965) nehmen aufgrund ihrer Untersuchung mit der Natrium-Amytal-Technik an, daß dysphasische Symptome nur nach ausgedehnten Läsionen der rechten Hemisphäre auftreten.

Auch bei Split-brain-Untersuchungen fanden sich Hinweise auf sprachliche Äußerungsfähigkeiten der rechten Hemisphäre. LEBRUN (1974) gibt anschaulich Untersuchungsgang und inter-

pretatorische Schwierigkeiten wieder: wurden Patienten mit Hirn-Bisektion gesichtsfeldabhängig (links- oder rechtsseitig) Reize mit Hilfe eines Tachistoskops dargeboten und z. B. danach befragt, "den Gegenstand, dessen Namen sie im linken Sehfeld gesehen und den sie mit der linken Hand ergriffen haben, zu benennen, dann bekommt man fehlerhafte Antworten wie Nagelpflegebesteck oder Feuerzeug für Birne. Merkwürdigerweise verzerren die Patienten das Gesicht bei jeder falschen Antwort und versuchen aufs neue den Gegenstand richtig zu benennen. Aus diesem Verhalten geht hervor, daß die nicht-dominante Hemisphäre die Antwort als fehlerhaft erkennt, selbst aber nicht imstande ist, eine richtige Benennung zu bewirken (SPERRY und GAZZANIGA, 1967). Hieraus darf man jedoch nicht folgern, daß die rechte Hirnhälfte nie Aussagen hervorbringen kann. Dem obenerwähnten hirnektomierten Kranken gelang es ab und zu, einen kurzen Satz zu bilden. Und 'split-brain'-Patienten können manchmal Ziffern oder Buchstaben benennen, welche tachistoskopisch im linken Sehfeld dargeboten, d. h. nur von der rechten Hemisphäre gelesen werden (TENG und SPERRY, 1973).
GAZZANIGA und HILLYARD (1971) halten es jedoch für möglich, daß in solchen Fällen die linke, d. h. die sprachdominante, Hemisphäre die Zahlenfolge bzw. das Alphabet innerlich hersagt, bis die rechte Hemisphäre eine Ziffer bzw. einen Buchstaben hört, welcher mit dem visuellen Stimulus übereinstimmt. Dann spricht die linke Hirnhälfte das Wort, welche die rechte soeben erkannt hat."

WITTLING (1973) führt in diesem Zusammenhang Arbeiten von BUTLER und NORSELL (1968) und TREVARTHEN (1969) bei Patienten mit Hirn-Bisektion an, wobei BUTLER und NORSELL experimentell das Vorkommen unwillkürlicher Augenbewegungen ausschalteten. Dennoch war ein Patient bei Verlängerung der Expositionszeiten in der Lage, linksseitig im Gesichtsfeld dargebotene Reize zu benennen.

Hinweise auf - wenn auch geringe - Fähigkeiten der rechten Hemisphäre zur Verarbeitung verbaler Reize ergaben sich auch bei rechtsseitig Hirngeschädigten (EISENSON, 1962; WEINSTEIN und KELLER, 1963; ARCHIBALD und WEPMAN, 1968; CRITCHLEY, 1962).

Die Fähigkeit zum Singen wurde wiederholt der rechten Hemisphäre zugeschrieben: einmal wurde Avokalie nach Schädigung der rechten Hemisphäre beobachtet (nach LEBRUN, 1974, war es LATHAM, 1849, der als erster einen solchen Fall beschrieb), zum anderen wurden Patienten mit linksseitiger Hirnschädigung und motorischer Aphasie mitgeteilt, bei denen das Singvermögen erhalten blieb (vgl. HECAEN, 1964, 1968, 1969; MILNER, 1958, 1962; WERTHEIM, 1963; LURIA, 1966; s. a. SPREEN et al., 1965 sowie BOGEN und GORDON, 1971 bei Verwendung des Wada-Tests). Auch mit dem Dichotic-Listening-Verfahren wurden bei hirngesunden wie hirngeschädigten Probanden wiederholt Hinweise auf rechtsseitige Funktionsdominanz für Melodien gefunden (u. a. KIMURA, 1964; SHANKWEILER, 1966; SCHULHOFF und GOODGLASS, 1966 sowie die differenzierten Befunde zur Wahrnehmung von Akkorden im DLV bei EFRON und YUND, 1974, 1975 sowie YUND und EFRON, 1975). MOLFESE (1972, zit. n. INGRAM, 1975) fand bereits bei Kleinkindern im 1. Lebensjahr Unterschiede zwischen den Hemisphären bei verbalen und musikalischen Reizen in bezug auf evozierte Potentiale. BEVER und CHIARELLO (1974) fanden unterschiedliche Dominanzverhältnisse bei musikerfahrenen gegenüber -unerfahrenen rechtshändigen Probanden: die 'naiven' Probanden wiesen bessere Leistungen für das linke, die erfahrenen bessere für das rechte Ohr auf. Die Autoren erklären diese Unterschiede damit, daß Musikerfahrene mehr die Einzelglieder als die gesamte Gestalt (im Sinne der Gestaltpsychologie) beachten und dieser analytische Prozeß die Überlegenheit des rechten Ohres (entsprechend linkshemisphärischer Dominanz) bedingt (vgl. im erweiterten

Zusammenhang - Hypersensitivität nach linksseitiger Hirnschädigung, Unterscheidungsschwellen - SWISHER, 1967 sowie SWISHER und HIRSH, 1972).

Schreib- und Lesestörungen können ebenfalls nach Schädigungen der rechten, nicht dominanten Hemisphäre auftreten: allerdings muß zwischen Störungen der semantischen Auffassung von Wörtern einerseits sowie Störungen des visuo-spatialen Wahrnehmens andererseits unterschieden werden (s. a. GIBSON et al., 1972). Schreib- und Lesestörungen nach rechtsseitiger Erkrankung scheinen überwiegend auf Beeinträchtigungen des visuo-spatialen Wahrnehmens zurückgeführt werden zu können, komplexe Reizstrukturen werden dadurch nur ungenügend erfaßt und es resultieren Symptome, die denen nach linksseitigen Schädigungen vom klinischen Bild her ähnlich sind (vgl. LEBRUN und RUBIO, 1972; LEBRUN, 1974; FANGLIONI et al., 1969; BONKOWSKI, 1967; KINSBOURNE und WARRINGTON, 1962; WARRINGTON und JAMES, 1967; FAUST, 1956; WITTLING, 1973). YENI-KOMSHIAN et al. (1975) nehmen an, daß der Leseprozeß die Beteiligung beider Hemisphären beansprucht: "The right hemisphere would be the logical candidate to abstract physical features from the words, such as length and speeling. These would then transmitted to the left hemisphere where a speech representation of the word would be activated " (vgl. auch Teil II, 3. Kap. sowie z. B. WITTLING, 1973: er nimmt an, daß die Unfähigkeit der rechten Hemisphäre zur Handhabung sprachlicher Symbole im wesentlichen auf solche Sprachreize beschränkt ist, die eine komplexe Reizstruktur aufweisen und aufgrund dessen nicht in adäquater Weise gespeichert und wiedererkannt werden können, während Symbole, die von ihrer physikalischen Struktur her einfach sind, auch von der rechten Hemisphäre in adäquater Weise verarbeitet werden können).

Von Interesse sind in diesem Zusammenhang auch die Ergebnisse von RUDEL und DENCKLA (1974) Kinder mit ange-

nommener rechtshemisphärischer Schädigung wiesen schlechtere Leistungen im Untertest "Zahlennachsprechen rückwärts" des HAWIK auf, während Kinder mit angenommener linkshemisphärischer Schädigung schlechtere Leistungen im "Zahlennachsprechen vorwärts" erzielten. Die Autoren erklären diese Unterschiede mit funktionalen Hemisphärendifferenzen, und zwar einer linkshemisphärischen Abhängigkeit für mehr auditorisch verbale und einer rechtshemisphärischen Abhängigkeit für mehr optisch-räumliche Komponenten (letztere würden mehr beim "Zahlennachsprechen rückwärts" von Bedeutung sein).

In etwa entsprechende Störungen können auch in bezug auf das Sprachgedächtnis beobachtet werden. Zwar scheint nach den vorliegenden Untersuchungen der rechten Hemisphäre für das Sprachgedächtnis nur geringe Bedeutung zuzukommen, allerdings könnte bei z. B. leicht verbalisierbaren, geometrischen Reizvorlagen oder komplexeren sprachlichen Reizen die funktionale Dominanz der rechten Hemisphäre so zum Tragen kommen, daß geringfügige Gedächtnisstörungen bezüglich verbaler Informationen resultieren, die denen nach linksseitiger Schädigung äußerlich ähneln. (Vgl. MILNER, 1958; MEYER, 1959; NEWCOMBE und MARSHALL, 1967; ALBERT, 1972; PERRET, 1973, 1968; WITTLING, 1973). Angeführt werden soll die Arbeit von ALBERT (1972) über "auditory sequencing" und unilaterale Hirnschädigung. Das Verfahren besteht darin, daß der Versuchsleiter 20 gebräuchliche Gegenstände auf dem Tisch vor der Versuchsperson ausbreitet und die Versuchsperson auffordert, auf verbale Anweisung hin in der vorgegebenen Reihenfolge auf bestimmte Objekte zu zeigen (z. B.: "Zeigen Sie auf den Schlüssel und den Hammer in dieser Reihenfolge"). Beginnend mit zwei Objekten wird die Anzahl der zu zeigenden Gegenstände nach jedem Durchgang um einen erhöht, bis die Versuchsperson bei einer Aufgabenstellung drei Mal versagt. In der Untersuchung von ALBERT ergab sich, daß

zwar die linksseitig Geschädigten signifikant schlechtere Leistungen erbrachten als die rechtshemisphärisch Geschädigten, aber auch die rechtsseitig Hirngeschädigten lagen in ihrer Leistung signifikant unter derjenigen einer Kontrollgruppe. Linksseitig geschädigte Patienten mit Aphasie erbrachten im übrigen die schlechtesten Leistungen. Beim Nachsprechen von Sätzen fanden NEWCOMBE und MARSHALL (1967) zwar zwischen rechtshemisphärisch Hirngeschädigten und einer Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede, aber höhere Fehlerzahlen bei den rechtsseitig Hirngeschädigten wiesen auch bei diesen auf eine Bedeutung der rechten Hemisphäre in bezug auf die Verarbeitung und Lösung der gestellten Aufgabe hin (die linksseitig Geschädigten erbrachten die schlechtesten Leistungen)..

In bezug auf den Einfluß verbaler Funktionen bei Verfahren zur Prüfung des Erkennens komplexer realistischer Figuren sei noch die Arbeit von KERSCHENSTEINER et al. (1972) angeführt: der Aphasie konnte kein entscheidender Anteil zur Erklärung der Ergebnisse beigemessen werden. Weiter erreichten rechtsseitig Hirngeschädigte nur im Poppelreuter-Test (überlappende Figuren) signifikant schlechtere Ergebnisse. Entscheidender Befund - und Erklärungsmöglichkeit für in der Literatur zu findende widersprüchliche Ergebnisse - war, daß Patienten mit rechtsseitiger Hemisphärenläsion sowie Gesichtsfelddefekt die schlechtesten Leistungen erbrachten. Die Autoren nehmen an, daß der Gesichtsfelddefekt nicht wirksam ist in bezug auf die Beeinträchtigung elementarer visueller Leistungen, sondern daß der Gesichtsfelddefekt bei rechtsseitig hirngeschädigten Patienten eine bestimmte Lokalisation der Hirnläsion anzeigt, die für die geprüfte Testleistung kritisch ist. Dennoch wird man auch bei sogenannten nichtverbalen Tests mit einem Einfluß aphasischer Störungen bzw. linksseitiger Hirnläsion rechnen müssen: zu beachten ist, "wieweit dabei nichtsprachliche Aufgaben durch sprachliche Formulierungen gelöst werden (im Sinne der 'inneren Sprache' von WYGOTZKI, 1964) oder die Begriffsbildung ohne Mitwirkung der Sprache möglich ist

(in Anlehnung an WEIGL und METZE, 1968). POECK (1968) geht davon aus, daß am Lernvorgang - als Voraussetzung zur Begriffsbildung - beide Hemisphären Anteil nehmen und in vielen Funktionen und Leistungen zusammenspielen. Hier wird dann auch die subcortikale Verbindung der nervösen Strukturen zu den Hemisphären berücksichtigt werden müssen (CHESNI, 1967)." (FRÜHAUF, 1970; vgl. zur 'internal verbalization' auch COSTA und VAUGHAN, 1962; BENTON, 1962; GUTTMANN, 1972).

5. Zusammenfassung

PERRET (1973) faßt in bezug auf die interhemisphärische Funktionsverteilung zusammen, "daß heute noch keine sinnvolle und genügende Synthese der funktionellen Spezialisierung in der einen oder anderen Hemisphäre gegeben werden kann": Unterscheidungen nach einer sprachlichen (linken) und nicht-sprachlichen (rechten) Hemisphäre hält er von daher für genauso unvollständig wie die Zuweisung von 'visuell-räumlichen' Funktionen in die rechte Hemisphäre oder aber die Unterteilung nach Verarbeitungs- und Beantwortungsfunktionen der linken und Wahrnehmungsfunktionen der rechten Hemisphäre. Andererseits hält aber auch PERRET die Spezialisierung der linken Hemisphäre für Sprachfunktionen für unbestreitbar, worauf auch alle angeführten Untersuchungsmethoden und ihre Ergebnisse hinwiesen, und entsprechend vergröbernd könnten wahrnehmungsorganisatorische Funktionen der rechten Hemisphäre zugeschrieben werden.

Nach WITTLING (1973) verfügt die rechte Hemisphäre über "eine Spezialisierung in den Wahrnehmungs- und Intelligenzfunktionen, bei denen es auf die Verarbeitung der strukturellen Reizmerkmale einer aktuell wahrgenommenen Information ankommt", während die linke Hemisphäre eine Spezialisierung in denjenigen kognitiven Funktionen aufweist, "in denen es in irgend einer Weise auf die Verarbeitung der symbolischen Eigenschaften oder Aspekte

einer wahrgenommenen Information ankommt."

Geht man davon aus, daß funktionale Hemisphärenspezialisierungen in Abhängigkeit von spezifischen Funktionen und dem jeweiligen Schwierigkeitsgrad der Aufgabenstellungen formuliert werden müssen, so werden die o. a. Spezialisierungen der Hemisphären sich in verschiedenen Aufgabenstellungen bei einer Funktion oder einander ähnlichen Funktionen unterschiedlich asymmetrisch widerspiegeln, wobei immer wieder auf differenzierteste Funktionsverschränkungen und integrative Verarbeitungen zu achten ist.

Neben der Bedeutsamkeit des Symbolisierens sowie der Komplexität der Aufgabenstellung und Reizstruktur nimmt WITTLING (1973) als weiteren wichtigen Faktor Unterschiede zwischen den beiden Hemisphären in bezug auf ihre Fähigkeit zur gedächtnismäßigen Speicherung wahrgenommener Informationen an: "Die Unterschiede scheinen - im Gegensatz zu einer bisher häufig vertretenen Annahme - nicht in einer differentiellen gedächtnisbezogenen Spezialisierung der Art zu bestehen, daß die linke Hemisphäre vorwiegend für die Speicherung verbaler, die rechte Hemisphäre für die Speicherung nicht-verbaler Informationen zuständig ist. Vielmehr scheint die linke Hemisphäre in weitgehender Unabhängigkeit von der Art des Reizmaterials über eine generell höhere Speicherungskapazität des Gedächtnisses zu verfügen als die rechte Hemisphäre" (vgl. PERRET, 1968).

VII. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit versucht einen Überblick zur Erforschung funktionaler Hemisphärenasymmetrien zu geben, wobei einmal der Schwerpunkt auf die Darstellung der differentiellen Verarbeitung von symbolisch-sprachlichen Funktionen gelegt wurde, zum anderen auch Beziehungen zur Händigkeit und zu Sprachstörungen sowie zur Lese-Rechtschreibschwäche besondere Berücksichtigung finden sollten.

Im folgenden soll - z. T. am Beispiel des Dichotic-Listening-Verfahrens - der Versuch unternommen werden, in einem Überblick einerseits den Stand sowie wichtige Probleme gegenwärtiger Forschungen zu sprachlichen funktionalen Hemisphärendifferenzen und ihren Beziehungen zur Händigkeit zusammenzufassen, andererseits aber auch die zukünftigen Forderungen an Untersuchungen in diesem Forschungsbereich mit herauszustellen.

Dieser Überblick soll in die folgenden acht Abschnitte untergliedert werden, die jeweils als Schwerpunkt, nicht aber als eindeutig voneinander abgrenzbare Bereiche zu verstehen sind:

1. Relevanz des Forschungsgegenstandes und Fragen der Forschungsorganisation
2. Test- bzw. Reizmaterial
3. Untersuchungsmethode
4. Testpsychologische Gütekriterien und Standardisierung
5. Beziehungen zur Händigkeit, Lese-Rechtschreibschwäche und Sprachstörung
6. Untersuchungen mit hirnorganisch geschädigten Patienten
7. Beziehungen zwischen Verfahren zur Erfassung funktionaler Hemisphärendifferenzen
8. Prävention, Therapie, Rehabilitation.

Die Zielsetzung für diesen Überblick liegt dabei nicht darin, über die Fülle der mitgeteilten Veröffentlichungen und Unter-

suchungen nun auf engstem Raum eine erneute Ergebniszusammenfassung zu versuchen: für diesen Bezug sei auf die immer wieder erfolgenden Zusammenfassungen in den einzelnen Teilen oder Kapiteln hingewiesen. Angestrebt wird vielmehr, auf einige wichtige Fragenkomplexe und Probleme noch ausführlicher einzugehen, als es im engeren Rahmen der vorliegenden Arbeit im Sinne einer kritischen Literaturübersicht zu funktionalen Hemisphärendifferenzen möglich war.

1. Relevanz des Forschungsgegenstandes und Fragen der Forschungsorganisation

Die Vielzahl der in der vorliegenden Arbeit angeführten Veröffentlichungen kann für sich allein die Relevanz des Forschungsgebietes nicht begründen, insbesondere dann nicht, wenn man Relevanz in Hinblick auf die aus den Untersuchungen ableitbaren präventiven, therapeutischen und rehabilitativen Maßnahmen interpretiert. Zur Verdeutlichung kann hier mit HOLZKAMP (1972) die psychologische Lernforschung beispielhaft - allerdings auch vergröbernd - angeführt werden: trotz exakter Methoden und einer Vielzahl von Untersuchungen "wird niemand leugnen können, daß die Resultate der psychologischen Lernforschung etwa zur Verbesserung der Unterrichtsmethodik in der Schule, in der es schließlich auch um 'Lernen' geht, kaum was Wesentliches beigetragen haben." Als Ursache dieser von HOLZKAMP (1972) sogenannten mangelhaften 'technischen Relevanz' sieht der Autor u. a. die fehlende Übertragbarkeit zwischen der Struktur der experimentellen Realität des Forschenden sowie der Struktur der Alltagsrealität des Praktikers an: in der experimentell-psychologischen Forschung erfolgte eine zu starke Reduktion des Gesamtbedingungsgefüges, der Praktiker arbeitet aber in der unreduzierten Alltagsrealität.

Greift man nun im Rahmen der Erforschung funktionaler Hemisphären-

differenzen des Dichotic-Listening-Verfahrens (DLV) beispielhaft heraus, so erscheint es häufig so, als ob Veröffentlichungen mit dem DLV mehr dem professionellen Fortkommen der Autoren dienen denn dem Forschungsgegenstand, oder, mit HOLZKAMP (1972): "Man könnte darlegen, daß die experimentelle Forschung in immer wachsendem Maße mit exakten Methoden Belanglosigkeiten und Trivalitäten zutage fördert, so daß viele Forschungsresultate eigentlich nur noch deshalb von einschlägig spezialisierten Forschern beachtet werden, weil diese Befunde bei solchen Forschern offenbar eine durch Kompetenzerlebnisse bedingte sekundäre Valenz gewonnen haben und im übrigen weil jene Forscher durch leicht abgewandelte Perpetuierung bestimmter Tendenzen innerhalb des Chaos psychologischer Einzelbefunde das Publikations-Soll im Interesse ihrer akademischen Karriere zu erfüllen hoffen."

So wurden z. B. mit dem DLV sehr viele Untersuchungen durchgeführt, die sich hinsichtlich Methode und Durchführung, Stichprobenzusammensetzung und Erfassung weiterer Variablen immer wieder voneinander unterschieden und spezifischste Fragestellungen und Probleme beantworten sollten: dennoch resultierte daraus nur wenig hinreichend gesicherte Erkenntnis. Die Untersuchungen ließen sich oft nur so wenig miteinander vergleichen, daß divergierende Ergebnisse nicht eindeutig durch spezifische Variation der Methode oder miteinbezogener Variablen erklärt werden konnten. Die geringen Stichprobengrößen ließen weiter häufig nur unzureichende Auswertungsmöglichkeiten zu, Interpretationen wurden so oft zu Spekulationen, die notwendige Standardisierung des Verfahrens fehlt bis heute für die Forschung wie auch Praxis. Daß damit auch die testpsychologischen Gütekriterien (Objektivität, Reliabilität, Validität) zu wenig Berücksichtigung fanden, liegt auf der Hand.

Die soeben angesprochene Kritik am experimentellen Vorgehen in Untersuchungen mit dem DLV berührt weiter die Gefahren eines radikalen Operationalismus (vgl. HÖRMANN, 1964), die man mit HOLZKAMP (1972) folgendermaßen beschreiben kann:

Das Ergebnis fortlaufender experimenteller Kritik an den jeweils früher durchgeführten Untersuchungen "ist die immer weitere Aufsplitterung der einzelnen Variablen, so daß bei laufend verbesserter Präzision der experimentellen Technik die anfangs vielleicht noch halbwegs integrierte Theorie immer mehr zu einem Aggregat unverbundener Einzelansätze wird, in dem bald niemand mehr einen einheitlichen Sinn zu entdecken vermag."

Nun wurde in der vorliegenden Arbeit immer wieder auf die Notwendigkeit eines eindeutigen operationalen Vorgehens bezüglich z. B. Händigkeit, Aphasie, Legasthenie, Stottern hingewiesen: die Gefahren eines radikalen Operationalismus lassen sich dabei u. a. durch größere Forschungsvorhaben mindern (anstatt den bisherigen meist unzureichenden Alleingängen der Forschenden). Der Atomisierung der Ergebnisse ohne hinreichende Aussagekraft muß zunächst einmal durch einen größeren Forschungsrahmen - personell, finanziell, methodisch usw. - begegnet werden, und weiter sollte die intra- und interdisziplinäre Integration vorhandener Theorien und Untersuchungsergebnisse mehr Beachtung finden.

Für den Bereich der Sozialwissenschaften ist in diesem Zusammenhang von HOLZKAMP (1972) u. a. gefordert worden, die Struktur der experimentellen Realität in höherem Maße der Struktur der Alltagsrealität anzugleichen, oder aber auch zunächst die wesentlichen Variablen der Struktur typischer Alltagssituationen zu erfassen, um dann Tests zu erstellen bzw. Experimente durchzuführen, die aussagekräftig für diese relevanten Kriteriumssituationen sind. Für den Bereich der Neuropsychologie gilt in etwa entsprechendes, wird unter Alltagsrealität z. B. die Situation des Hirngeschädigten während der Eingliederung in ein spezifisches Berufsfeld verstanden: welche Kriterien sind hier für den hirnorganisch Geschädigten relevant? Was sagen diejenigen herkömmlichen psychodiagnostischen Verfahren, mit denen angeblich hirnorganische Schädigungen aufgedeckt werden können, dem

Praktiker in seiner Alltagsrealität zur Berufseingliederung Behinderter? Diese Frage gilt natürlich auch in bezug auf das DLV: im Gegensatz zu anderen psychodiagnostischen Verfahren wie z. B. dem Benton-Test kann für das DLV jedoch der Vorteil angeführt werden, daß eindeutigere Beziehungen zu funktionalen und anatomischen (hirnorganischen) Gegebenheiten aufgrund spezifischer Leistungsdefizite im DLV hergestellt werden können.

Die Relevanz des in der vorliegenden Arbeit dargestellten Forschungsgebietes kann dementsprechend - allgemein formuliert - darin gesehen werden, daß die biologischen Grundlagen des Erlebens und Verhaltens erforscht werden, wobei jeder Autor unterschiedliches Gewicht legt auf Neuro- oder -psychologie. Konkret lassen sich dabei u. a. die folgenden Fragen, Probleme und Aufgaben aus diesem Forschungskomplex aufzählen, wobei die einzelnen Punkte sich z. T. stark überschneiden:

- Genese von Sprachstörungen, Händigkeit und Lese-Rechtschreibschwäche
- Optimierung des Schreib- und Leseunterrichts sowie der Behandlung von Legasthenikern
- Erstellung von speziellen Trainingsprogrammen z. B. für die Handgeschicklichkeit, bei Störungen der Visuomotorik, bei Kindern mit Zerebralparese
- Vorhersagekraft der Händigkeit auf die sprachdominante Hemisphäre vor Operationen oder unilateraler Elektroschocktherapie bei psychiatrisch Kranken
- Diagnosen der Hirnschädigung mit Zuweisung der Seitigkeit der Hirnläsion
- Klärung der Beziehung zwischen Lese-Rechtschreibschwäche, Händigkeit und sprachlichen funktionalen Asymmetrien der Hemisphären
- Auswirkungen mangelhafter Integrations- und Verarbeitungsprozesse zwischen verschiedenen Sinnesmodalitäten auf die Ausübung spezifischer Leistungen, u. a. Schreiben und Lesen

- Fragen der möglichen Reduzierung von z. B. Sprachstörungen nach Hirnläsionen, wenn manuelle Beidseitigkeit anerzogen wurde
- Probleme der intra- und interhemisphärischen Organisation und Lokalisation spezifischer Funktionen
- Fragen der Entwicklung zu ausgeprägterer sprachlicher Hemisphärenasymmetrie und der unterschiedlichen Auswirkungen von Hirnschädigungen in verschiedenen Altersstufen
- Fragen der Indikation und Erfolgsaussichten stereotaktischer Operationen sowie der zu erwartenden Ausfallserscheinungen auch nach anderen hirnchirurgischen Eingriffen
- Fragen individuell ausgebildeter kognitiver Verarbeitungsmodi der Hemisphären
- Erforschung von Gedächtnis- bzw. Speicherungsprozessen
- Probleme der Überlagerung mehrerer minimaler Funktionsstörungen und deren Gesamtauswirkung auf spezifische Leistungen, z. B. Schreiben und Lesen
- Herstellung von Beziehungen zwischen theoretischen Annahmen zu funktionellen Hirnsystemen und den Rehabilitationsmaßnahmen nach Hirnschädigung.

Dieser Katalog von Fragen, Problemen und Aufgaben des im Rahmen der vorliegenden Arbeit referierten Forschungsgebietes impliziert eine starke interdisziplinäre Verflechtung. ULLMANN (1974) verdeutlicht dies in bezug auf die Psychologie der Seitigkeit, wobei er die folgenden Disziplinen aufgrund seiner umfassenden Literaturübersicht als relevant im Rahmen der Erforschung der Lateralität ansieht: Wahrnehmungsforschung, Sozialpsychologie, Psychologie der Sprache und des Denkens, Motivationsforschung, Unfallforschung, Psychomotorikforschung, Vererbungsforschung, klinische Psychologie, Neuropsychologie, Entwicklungspsychologie, Pädagogische Psychologie, Lernpsychologie. In bezug auf die vorliegende Arbeit zu funktionalen Hemisphärenasymmetrien müßten u. a. noch angeführt werden: Neurophysiologie, Biochemie, Neurochirurgie, Informationstheorie.

Die weiter oben angeführte Kritik am experimentellen Vorgehen z. B. mit dem DLV muß nun ergänzt werden durch die Kritik, daß innerhalb einzelner Disziplinen wie auch zwischen verschiedenen Fachrichtungen eine ungenügende Integrationsbereitschaft vorliegt: übergreifende theoretische Systeme oder Untersuchungen auf breiterer interdisziplinärer Basis fehlen, die mangelhafte interdisziplinäre Zusammenarbeit führt zu einem von kaum mehr jemand in Angriff genommenen multidisziplinären Puzzlespiel der Einzeluntersuchungen, ihrer Methoden, Ergebnisse und Hypothesen. Die Vielzahl der beteiligten Forschungsrichtungen wurde in den Einzeluntersuchungen ungenügend integriert und beachtet, wodurch zwangsläufig der neueste Theorien- und Erkenntnisstand von Nachbardisziplinen nicht berücksichtigt wird. Einzeluntersuchungen auf solch ungenügender interdisziplinärer Basis führen zwangsläufig dazu, daß ihre Ergebnisse von den angrenzenden Fachgebieten überprüft werden müssen, und so folgt die Flut wenig aussagekräftiger Einzeluntersuchungen in einer solchen Wissenschaftspraxis fast gesetzmäßig. Im Zusammenhang mit der o. a. Kritik am experimentellen Vorgehen an sich könnten als Auswirkungen mit MÜNCH (1973) angeführt werden: " Es herrscht ein chaotisches Durcheinander relativ simpler, anödender, und langweiliger Minimalhypothesen, die mit großem Aufwand an Designtechnik voreinander geschützt werden. Mangelnde theoretische Phantasie wird durch experimentelles Geschick zur Erhaltung des theoretischen Status quo drapiert."

2. Test- bzw. Reizmaterial

Im Rahmen von Untersuchungen zur funktionalen Hemisphärenspezialisierung erscheinen die von den Autoren verwendeten Benennungen und Ausführungen zum angewandten Reizmaterial häufig zu vergröbernd, und zwar einmal bezüglich der mehr beschreibenden Angaben über das Reizmaterial, zum anderen auch in Hinblick auf die Annahmen über die zur Verarbeitung

des Reizmaterials beanspruchten Funktionen. Oft erfolgen dabei die Benennungen des Reizmaterials auf der Grundlage global-dualistischer Konzepte funktionaler Hemisphärenasymmetrien, z. B. in der Gegenüberstellung von verbalem gegenüber nicht-verbalem Reizmaterial (mit der Zuordnung linker gegenüber rechter funktionaler Hemisphärendominanz). Solche Klassifizierungen des Reizmaterials und ihrer Zuordnung der Verarbeitungsdominanz in einer der beiden Großhirnhemisphären entsprechen weder der Forschungspraxis mit ihrer Verwendung sich immer weiter differenzierenden Reizmaterials, noch dem theoretischen Forschungsstand z. B. über funktionelle Hirnsysteme, die je nach Aufgabenstellungen bzw. beanspruchten Funktionen in verschiedener Anzahl intra- und/oder interhemisphärisch zusammengeschaltet werden.

In bezug auf das DLV könnte neben der Unterteilung nach verbal vs nicht-verbal das verwendete Reizmaterial beschreibend auch untergliedert werden nach der folgenden Reihung: Worte, Zahlen, Silben, Geräusche, Töne, Melodien.
Beispielhaft seien noch einige weitergehende Differenzierungen aufgeführt: ein- oder mehrsilbige Worte; spezifische Vokal- und Konsonantenfolgen; unterschiedliche Sinnhaftigkeit des Reizmaterials; verschieden hohe Vertrautheit des Reizmaterials für die Probanden; verschiedene Schwierigkeitsgrade des Reizmaterials. Zu bedenken ist hierbei auch die von der Versuchsperson geforderte Reaktionsart, d. h. soll z. B. das Reizmaterial verbal wiedergegeben werden oder soll die Versuchsperson das Reizmaterial im Rahmen eines 'multiple-choice'-Experiments wiedererkennen oder aber in einem Reaktionszeitversuch manuell-motorisch auf das Erkennen des Reizes reagieren? Solche unterschiedlichen Anforderungen an die Versuchsperson führen sicherlich dazu, daß verschiedene Funktionen in unterschiedlichem Ausmaß an der Verarbeitung des Reizmaterials beteiligt sind in Abhängigkeit von der geforderten Reaktion der Versuchsperson: vom Reizmaterial allein kann also nicht auf die beteiligten funktionellen Hirnsysteme geschlossen werden (vgl. im übrigen auch die von der sowjetischen Neuropsychologie herausgestellte Veränderung der Systemstruktur während der Ontogenese, während der Phase der

Aneignung höherer psychischer Prozesse bis zu ihrer vollen Entwicklung und Automatisierung mit einhergehender Reduktion der Funktionskomplexe). Von daher wird auch verständlich, daß BROWN und JAFFE (1975) für die Verwendung des Begriffes 'zerebrale Dominanz' die inhaltliche Gliederung nach "Dominanz für welche Funktion, in welchem Alter und unter welcher Testbedingung" fordern.

Insgesamt gesehen müßten zunächst experimentell die Strukturen des jeweiligen Reizmaterials bzw. der zur Verarbeitung des Reizmaterials notwendigen Funktionen erforscht werden, um dann zu differenzierten Aussagen zu funktionalen Hemisphärenspezialisierungen zu gelangen. Anzustreben wäre eine gewichtete Aussage zur Bedeutung der beanspruchten Funktionen bei Bearbeitung eines spezifischen Reizmaterials. Im Rahmen des gegenwärtigen Forschungsstandes erscheint es aber schon hinreichend, wenn z. B. bei komplexem sprachlichen Reizmaterial auch das Ausmaß der Beteiligung nicht-verbaler, wahrnehmungsorganisatorischer Funktionen geprüft wird, und in bezug auf das DLV ist weiter insbesondere der Einfluß von Gedächtnisfunktionen zu kontrollieren.

3. Untersuchungsmethode

In diesem Abschnitt soll ein Versuchsplan zum DLV beschrieben werden, der aufgrund von eigenen Vorversuchen und der Literaturdurchsicht für die Anwendung bei ungefähr 8 jährigen Kindern geeignet erscheint. Die in der Literatur mitgeteilten Versuchspläne erscheinen häufig deswegen ungenügend, weil insbesondere spezifische Reproduktionsstrategien der Versuchspersonen oder spezifische Gedächtniseffekte experimentell zu wenig kontrolliert wurden. Dadurch ist aber die Interpretation der Untersuchungsergebnisse z. B. bezüglich der 'reinen' funktionalen Hemisphärendifferenzierung zur Verarbeitung spezifischer sprachlicher Reize unnötig aufgrund unzureichender Versuchspläne erschwert.

Der hier zu beschreibende Versuchsplan wird in Abb. 1 wiedergegeben und im folgenden erläutert. In zwei Durchgängen werden jeweils 10 Serien verwendet, und bei jeder Serie werden der Versuchsperson drei Zahlen dem linken Ohr dargeboten bei gleichzeitiger Abspielung von drei anderen Zahlen für das rechte Ohr. Der zeitliche Abstand zwischen den Zahlen beträgt 1/2 Sekunde. Einige Sekunden vor jeder Serie erfolgt ein Signal, damit die Versuchsperson sich auf die kommende Aufgabe konzentriert. Zur Reproduktion der Zahlen nach jeder abgespielten Serie wurde auf dem verwendeten Tonband ein freies Intervall von 30 Sekunden belassen. Verwendet wurden nur einsilbige Zahlen (also 1,2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12), damit bei simultaner Einspielung der Zahlen für beide Ohren das Reizmaterial möglichst synchron und unverzerrt dargeboten werden konnte. Weiter ist darauf zu achten, daß die Zahlen für das rechte und das linke Ohr mit gleicher Lautstärke aufgenommen bzw. abgespielt werden können. Bei einem mangelhaft erstellten Tonband und nicht hinreichend ausgewogenem Versuchsplan können die zuletzt aufgeführten Punkte zu unterschiedlicher Güte der Informationsaufnahme der Zahlen durch das rechte oder linke Ohr führen und dementsprechend die Reproduktionshöhe für eines der beiden Ohren beeinflußen. Systematische Fehler aufgrund unzureichend erstellten Versuchsmaterials und mangelhafter Versuchspläne können also zu Differenzen in der Reproduktionshöhe von Zahlen zwischen dem rechten und linken Ohr führen, wodurch Fehlinterpretationen zu funktionalen Hemisphärenspezialisierungen resultieren. In diesem Zusammenhang erscheint insbesondere bei sehr kleinen Stichproben eine audiometrische Untersuchung der Versuchspersonen erforderlich, um Verzerrungen der Untersuchungsergebnisse aufgrund unterschiedlichen Hörvermögens zu vermeiden.

Zur Kontrolle von Gedächtniseffekten und/oder spezifischen Reproduktionsstrategien wird der Versuchsperson vorgeschrieben, für welches Ohr sie die gehörten Zahlen zuerst wiedergeben soll bei anschließender Reproduktion der Zahlen

des anderen Ohres. Diese vorgeschriebene Reihenfolge der Wiedergabe der Zahlen ist der Versuchsperson vor dem Anhören der Serie bekannt, d. h. sonst in ihren Auswirkungen auf die Untersuchungsergebnisse nicht berücksichtigte Aufmerksamkeitszentrierung auf eines der Ohren oder spezifische Reproduktionsstrategien der Versuchspersonen werden experimentell kontrolliert. Die vertikalen - gestrichelten oder durchgezogenen - Linien in Abb. 1 zeigen an, welche Versuchspersonen in spezifischen Abschnitten des Versuchsplanes entweder die Zahlen des rechten Ohres oder diejenigen des linken Ohres zuerst wiedergeben soll bei anschließender Reproduktion der Zahlen des anderen Ohres.

	1. Durchgang		2. Durchgang	
	linkes	rechtes Ohr	linkes	rechtes Ohr
1. Serie	6	11	11	6
	1	3	3	1
	5	9	9	5
2. Serie	8	5	5	8
	2	6	6	2
	3	12	12	3
3. Serie	10	1	1	10
	3	4	4	3
	9	8	8	9
4. Serie	8	12	12	8
	6	4	4	6
	11	9	9	11
5. Serie	5	8	8	5
	9	3	3	9
	2	4	4	2
6. Serie	12	6	6	12
	4	10	10	4
	9	3	3	9
7. Serie	5	4	4	5
	9	1	1	9
	3	6	6	3
8. Serie	2	10	10	2
	11	6	6	11
	8	1	1	8
9. Serie	1	4	4	1
	5	2	2	5
	12	9	9	12
10. Serie	11	3	3	11
	6	12	12	6
	10	5	5	10

Vpn 1, 3, 5, ... -----

Vpn 2, 4, 6, ... _____

Abb. 1: Versuchsplan zum Dichotic-Listening-Verfahren (DLV)

Zur Verdeutlichung: die Versuchspersonen 1, 3, 5, ... sollen im 1. Durchgang bei den Serien 1-5 zuerst die Zahlen des rechten Ohres wiedergeben bei anschließender Reproduktion der dem linken Ohr eingespielten Reize. Bei den Serien 6-10 wechselt dann die Reihenfolge: die Versuchspersonen 1, 3, 5, ... sollen hier zunächst die Zahlen des linken, anschließend die Zahlen des rechten Ohres wiedergeben.

Nach dem 1. Durchgang wird das Tonband dann zurückgespult und die Kopfhörer werden vertauscht. Dadurch wird erreicht, daß der Versuchsperson diejenigen Zahlen, die sie im 1. Durchgang auf dem rechten (linken) Ohr hörte, nun im 2. Durchgang auf dem linken (rechten) Ohr eingespielt werden. Entsprechend dieser Vertauschung wird im 2. Durchgang auch die vorgeschriebene Reihenfolge der Wiedergabe der Zahlen geändert. Zur Erläuterung (vgl. auch Abb. 1): die Versuchspersonen 1, 3, 5, ... mußten im 1. Durchgang/1. Serie zuerst die Zahlen vom rechten Ohr (11, 3, 9) reproduzieren, anschließend diejenigen vom linken Ohr (6, 1, 5). Im 2. Durchgang müssen dann umgekehrt die Zahlen vom linken Ohr (11, 3, 9) vor denen des rechten Ohres (6, 1, 5) wiedergegeben werden. Es ergibt sich also die folgende Tabelle für das zu reproduzierende Zahlenmaterial der 1. Serie nach beiden Versuchsdurchgängen:

	rechtes Ohr	linkes Ohr
Erstreproduktion	11, 3, 9	11, 3, 9
Zweitreproduktion	6, 1, 5	6, 1, 5

Differenzen in der Reproduktionsleistung für das rechte oder linke Ohr werden also mit identischem Zahlenmaterial und unter gleichen Bedingungen bezüglich der vorgeschriebenen Reproduktionsstrategie geprüft. Die Rückspulung des Tonbandes und das Vertauschen der Kopfhörer nach dem 1. Durchgang erlauben weiter den Vergleich zwischen den Ohren bei identischer Aufnahmequalität des Reizmaterials (identische Bandabschnitte).

Insgesamt gesehen wird also aufgrund des vorgestellten Versuchsplanes weitgehend vermieden, daß die Untersuchungsergebnisse mit dem DLV zu z. B. sprachlichen funktionalen Hemisphärendifferenzen bereits durch unzureichende Versuchspläne und mangelhaft erstelltes Versuchsmaterial verzerrt werden - eine Problematik, die natürlich auch für andere neuropsychologische Verfahren zur Erfassung funktionaler Hemisphärenasymmetrien zutrifft.

4. Testpsychologische Gütekriterien und Standardisierung

In diesem Abschnitt soll nur nochmals auf die Bedeutsamkeit testpsychologischer Gütekriterien hingewiesen werden, eine umfangreiche Darstellung findet sich u. a. bei LIENERT (1969). Auf knappem Raum sollen aber einige Fragen hinsichtlich der Eichstichprobe und der Erstellung differentieller Normen angesprochen werden.

LIENERT (1969) führt die folgenden drei Hauptgütekriterien für einen guten Test auf: 1. Objektivität, 2. Reliabilität, 3. Validität. Zusätzlich werden noch vier Nebengütekriterien angesprochen, und zwar soll ein Test 1. normiert, 2. vergleichbar, 3. ökonomisch und 4. nützlich sein. Überblickt man nun die Literatur zum DLV, so wird ersichtlich, daß in keiner Untersuchung mit diesem Verfahren die o. a. Gütekriterien hinreichend berücksichtigt wurden. Aufgrund von diesen Mängeln des Meßinstrumentes sind also bereits theoretische und praktische Bewertungen der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich funktionaler Hemisphärenasymmetrien stark erschwert.

Die Standardisierung des DLV (nach der vorangegangenen Kontrolle der Gütekriterien) erscheint vor allen Dingen deswegen notwendig, damit Untersuchungen mit unterschiedlichsten Stichproben (z. B. rechts- oder linkshemisphärisch Hirngeschädigte, Lese-Rechtschreibschwachen, Links- oder Rechtshändern) hinreichend miteinander verglichen werden können in bezug auf die Reproduktionsleistung für die beiden Ohren, und zwar nicht nur

im jeweiligen Gruppenvergleich, sondern auch in bezug auf individuelle Aussagen.
Im vorangegangenen Kapitel wurde ein Versuchsplan mit dem DLV beschrieben zur Anwendung bei 8-jährigen Kindern: in diesem Zusammenhang erscheint es zunächst sinnvoll, differentielle Normen für weibliche und männliche Probanden zu erstellen, da aufgrund der Literatur eine fortgeschrittenere Lateralisation der Sprachfunktionen bei den Mädchen gegenüber den Jungen angenommen werden kann (vgl. auch die geschlechtsspezifischen Normen z. B. in Tests zur Händigkeit, zur Rechtschreibfähigkeit und zum Wortschatz). Bei Untersuchungen an Kindern verschiedener Altersstufen müßten dann natürlich auch Normen für die jeweiligen Altersstufen erstellt werden. Weiter ist zu fragen, welchen Einfluß das Intelligenzniveau auf die Reproduktionsleistung und damit auch auf den zu errechnenden Lateralitätswert ausübt (zur Problematik von Lateralitätsindizes insbesondere bezüglich der unterschiedlichen Gesamtleistungen der Probanden s. MARSHALL et al., 1975). Im Zusammenhang mit dem Intelligenzniveau wären weiter auch der Einfluß verschiedener sozioökonomischer Schichten zu prüfen wie auch die Auswirkungen spezifischer Persönlichkeitsmerkmale auf die Reproduktionsleistung insbesondere der emotionalen Labilität. Hinreichend zuverlässige und gültige Aussagen zur sprachlichen funktionalen Hemisphärenspezialisierung z. B. bei Fragen der Indikation von hirnchirurgischen Eingriffen können nur getroffen werden, wenn auch die Auswirkungen der o. a. Variablen auf die Reproduktionsleistung im DLV berücksichtigt werden und entsprechend differentielle Normen für die Einzelfalldiagnostik vorliegen.

5. Beziehungen zur Händigkeit, Lese-Rechtschreibschwäche und Sprachstörung

Beziehungen sprachlicher funktionaler Hemisphärenasymmetrien zu den in der Überschrift angesprochenen Problembereichen sind das Thema der vorliegenden Arbeit: von daher muß hier auf die

immer wieder erfolgten kritischen Zusammenfassungen in den einzelnen Kapiteln hingewiesen werden.

Herausgestellt werden soll aber der Aspekt der Summierung von Unzulänglichkeiten: sind schon innerhalb der einzelnen Bereiche viele Probleme und Fragen unzureichend erforscht oder auf mangelhafter methodischer Grundlage häufig nur sehr spekulativ beantwortet, so gilt dies erst recht für die Erforschung von Beziehungen zwischen Händigkeit, Lese-Rechtschreibschwäche und sprachlichen funktionalen Hemisphärenasymmetrien. Es erfolgt dann eine Summierung von Unzulänglichkeiten und Fehlerquellen, und es bleibt zu fragen, inwieweit ein Einzelner in diesem übergreifenden interdisziplinären Forschungsfeld überhaupt Untersuchungen durchführen kann, aus denen sich hinreichend gesicherte Aussagen ableiten lassen: die negativen Auswirkungen der im 1. Abschnitt dieser Zusammenfassung kritisierten Forschungspraxis auf den angewandten Bereich (und damit auf das jeweils betroffene Individuum) sind kaum abwägbar.

6. Untersuchungen mit hirnorganisch geschädigten Patienten

In diesem Abschnitt soll insbesondere die Problematik von Untersuchungen mit hirnorganisch geschädigten Kindern knapp zusammengefasst werden, und zwar auch über den engeren Zusammenhang mit funktionalen Hemisphärendifferenzierungen hinausgehend.
In seiner Übersicht zu testpsychologischen Untersuchungen zur Persönlichkeit sowie zu Verhaltenseinstufungen und Persönlichkeitsfragebögen bei hirngeschädigten Kindern kommt SCHOLTZ (1972) zu dem Schluß, "daß diese Patienten in Persönlichkeit und Verhalten sehr viel weniger homogen sind als die bekannten organischen Psychosyndrome für Kinder vermuten lassen", es gebe "Untersuchungsbefunde, die am Vorhandensein spezifischer, hirnorganisch bedingter Verhaltensmerkmale bei Kindern berechtigte Zweifel aufkommen lassen".

Der Autor hält es in diesem Zusammenhang für denkbar, daß hirngeschädigte Kinder in ihren Persönlichkeitsmerkmalen weniger Ähnlichkeit miteinander aufweisen als bezüglich spezifischer Leistungsfunktionen, "da der prägende Einfluß der individuellen Umwelt sicherlich die Persönlichkeit dieser Kinder stärker formt als die Leistungsstruktur". Insgesamt muß - z. T. mitbedingt durch die herrschende Überbeanspruchung und Ausweitung des Begriffs 'frühkindliche Hirnschädigung', auch im Sinne von 'brain dysfunction' oder 'minimal brain damage syndrom' - damit gerechnet werden, daß sogenannte hirnschadenspezifische Verhaltensauffälligkeiten häufig nicht von Verhaltensstörungen unterscheidbar sind, wie sie bei hirngesunden, aber emotional gestörten Kindern zu beobachten sind. Es ist hier auch anzufügen, daß es zwar eine Vielzahl von psychopathologischen und charakterologischen (syndromhaften) Beschreibungen bezüglich spezifischer Untergruppen von hirngeschädigten Kindern gibt, andererseits aber ein Mangel an methodisch hinreichenden Untersuchungen besteht: wohl mit ein Grund für die unterschiedlichsten Untersuchungsergebnisse.

Entsprechend wie im Persönlichkeitsbereich muß auch im Leistungsbereich die Brauchbarkeit von häufig verwendeten psychodiagnostischen Verfahren wie z. B. Bender-Gestalt-Test oder Benton-Test in Zweifel gezogen werden, da bei emotional gestörten, hirngesunden Kindern zu einem großen Anteil entsprechende Minderleistungen auftreten können wie bei hirngeschädigten Kindern (vgl. VALTIN, 1970; SCHOLTZ, 1972; DONY und DEEGENER, 1973; DEEGENER, 1974). Allgemein kann auch für den Leistungsbereich formuliert werden, daß die 'hirnorganischen' und/oder 'milieureaktiven' Verursachungsmomente einer Lern- und Leistungsstörung häufig kaum voneinander abgrenzbar sind und weiter auch zu vergleichbarer Symptomatik führen können.

In bezug auf die weit verbreitete Annahme, daß sich

ähnlich wie bei Erwachsenen auch bei hirngeschädigten Kindern in der Intelligenzstruktur bzw. in den Testprofilen insbesondere der Wechsler-Intelligenztestsspezifische 'Organiker-Hinweise' auffinden lassen, können kaum bestätigende Untersuchungen angeführt werden. Dafür scheinen der frühe Schädigungszeitpunkt, die damit verbundene hohe Kompensationsfähigkeit sowie die Dauer der Hirnschädigung ausschlaggebend zu sein. Weiter kann angenommen werden, daß im Gegensatz zu den Ergebnissen bei erwachsenen Hirngeschädigten sich bei Kindern die Leistungsdifferenzen zwischen den Testteilen der Wechsler-Verfahren für links- oder rechtsseitige Hirngeschädigte nicht mehr eindeutig aufweisen lassen: in der Praxis wird hier häufig vorschnell und leichtfertig eine 'Organiker-Diagnose', z.T. mit Hinweis auf die Seitigkeit der Läsion, gestellt.

Für Untersuchungen zur Erfassung spezifischer Verhaltens- oder Leistungsstörungen Hirngeschädigter ist eine möglichst weitgehende Parallelisierung zwischen der Gruppe der Hirngeschädigten sowie der Kontrollgruppe hirngesunder Probanden zu fordern, und zwar u. a. hinsichtlich der folgenden Variablen: Alter, Intelligenz, Geschlecht, sozio-ökonomisches Niveau, spezifische Behinderung. Die Gruppe der Hirngeschädigten variiert dabei weiter sehr stark in bezug auf Lokalisation, Ätiologie, Zeitpunkt und Schweregrad der Hirnläsion. Aufgrund der Vielzahl der angeführten Variablen wird verständlich, daß Untersuchungen mit homogenen Patientengruppen und genügend großer Stichprobe sowie hinreichender Parallelisierung mit einer Kontrollgruppe sehr selten sind.

Im Einklang mit der bereits im 1. Abschnitt dieser Zusammenfassung kritisierten gegenwärtigen Forschungspraxis führt SCHOLTZ (1972) in diesem Zusammenhang an: "Es fehlt vorerst an einheitlichen Untersuchungen an einem großen, vielfach unterteilbaren Patientengut. Die Vielzahl der nicht aufeinander abgestimmten und daher nur bedingt vergleichbaren und einander ergänzenden, kleineren Untersuchungen an einzelnen Untergruppen hirngeschädigter Kinder kann hier kein einheitliches

Bild ergeben". Der Autor schlägt u. a. vor: "An die Stelle der oft nicht lange genug durchgeführten Arbeiten einzelner Untersucher oder kleinerer Untersuchungsgruppen sollte die Arbeit ständiger oder langfristiger bestehender Forschungsabteilungen treten, die an größeren Kliniken einzurichten wären und mit anderen Institutionen zusammenarbeiten müßten...". Weiter verweist SCHOLTZ auf die Notwendigkeit der elektronischen Datenverarbeitung: "Sie allein erlaubt die Anwendung einer genügenden Vielzahl von Auswertungsmöglichkeiten und beliebige Neugruppierungen von Daten und vor allem den Einsatz von Auswertungsmethoden wie Faktorenanalyse und Diskriminanzanalyse, die der Vielzahl der Beziehungen zwischen den gewonnenen Daten und der Komplexität der Leistungsstruktur etwas mehr gerecht werden können als Gruppenvergleiche auf Einzeltestebene."

Abschließend zu diesem Abschnitt sei nur nochmals auf die folgenden Arbeiten zur Kritik des Begriffs Hirnschädigung und seiner Verwendung hingewiesen: YATES, 1954; MEYER, 1957; PIERCY, 1959; BENTON, 1962; HERBERT, 1964; KIPHARD, 1972.

7. Beziehungen zwischen Verfahren zur Erfassung funktionaler Hemisphärendifferenzen

Die Erfassungsmöglichkeiten funktionaler Hemisphärendifferenzen können auch danach unterteilt werden, ob sie bei gesunden Probanden angewendet werden können oder aber nur im Rahmen einer Störung des organischen Substrats erfolgen. Letzteres beinhaltet:

- angeborene oder erworbene Hirnschädigung
- hirnchirurgische Eingriffe wie Hemisphärektomie, Hirn-Bisektion oder stereotaktische Operationen
- unilateral angewandte Elektroschocktherapie
- reversible chemische Funktionsblockierung.

In bezug auf die Erforschung funktionaler Hemisphären-spezialisierungen bestehen für diese sogenannten Ausschaltungs-techniken eine Reihe von kritischen Einwänden und Inter-pretationsschwierigkeiten, wobei insbesondere die beiden folgenden Punkte anzuführen sind: 1. können nach mehr oder weniger langem Krankheitsverlauf sekundäre Schädigungen der zunächst nicht beeinträchtigten Hemisphäre auftreten durch die von der primär gestörten Hemisphäre ausgehenden schädigenden Einflüsse, 2. besteht die Möglichkeit der Kompensation ins-besondere nach frühkindlicher Hirnschädigung (vgl. im übrigen Teil V, Kap. 2).

Aufgrund der vielen möglichen Einwände gegenüber den Aus-schaltungstechniken sind Untersuchungen an gesunden Probanden unerläßlich zur Absicherung der mit hirnorganisch geschädigten Patienten gefundenen Ergebnisse zu funktionalen Hemisphären-differenzen. Hier können insbesondere die folgenden Methoden genannt werden:
- Dichotic-Listening-Verfahren
- Elektroenzephalogramm und evozierte Potentiale
- Reaktionszeitmessungen
- tachistoskopische Untersuchungen
- Messung spezifischer Augenbewegungen in Abhängigkeit von zerebralen Spezialisierungen.

Im erweiterten Zusammenhang sind hier aber auch Intelligenz-verfahren oder die Bestimmung der Händigkeit aufzuführen: es geht dabei um die Frage, ob aufgrund spezifischer Testprofile oder der Erfassung bestimmter Händigkeitsausprägungen die sprachdominante Hemisphäre bzw. deren Läsion zuverlässig vor-ausgesagt bzw. festgestellt werden kann (wobei die Sprach-dominanz aufgrund mehrerer Techniken erfaßt werden müßte sowie weiter die Korrelation mit verschiedenen Händigkeits-faktoren erfolgen sollte).

Untersuchungen zur Beziehung zwischen verschiedenen Techniken

zur Erfassung funktionaler Hemisphärenasymmetrien bedeuten also deren wechselseitige Validierung, wobei letztlich auch faktorenanalytische Auswertungen wünschenswert wären: durch sie kann erfaßt bzw. interpretiert werden, welche Dimensionen oder Faktoren z. B. sprachlicher Funktionen durch die jeweiligen Testverfahren repräsentiert werden.

Abschließend sei noch kurz auf strukturelle (z. B. anatomische Untersuchungen eingegangen (vgl. Teil II, Kap. 1). Insgesamt ist in diesem Rahmen der Beitrag zur Erfassung funktionaler Hemisphärendifferenzierungen noch als gering einzustufen, wobei allerdings die bisherigen meist unzureichenden Untersuchungsmethoden in Rechnung zu stellen sind und einige positive Ansätze nicht übersehen werden dürfen. Es bleibt abzuwarten, ob nicht z. B. eine hochtechnisierte anatomische Forschung ggf. auch nur an einem Fall Erkenntnisse über die organischen Grundlagen funktionaler Hemisphärenasymmetrien gewinnen kann, auf die im Rahmen anderer Methoden nur mit größtem Forschungsaufwand rückgeschlossen werden könnte.

8. Prävention, Therapie, Rehabilitation

Dieser Abschnitt zur Prävention, Therapie und Rehabilitation bildet den Abschluß der vorliegenden Arbeit: damit soll nochmals die Zielsetzung neuropsychologischer Forschung herausgestellt werden. Zwar klingen die drei genannten Aspekte in vielen Untersuchungen mehr oder weniger implizit an, es mangelt aber an ihrer expliziten Herausstellung und damit verbunden auch an einer größeren praxisorientierten Forschung.
Dies klingt z. B. bei FRÜHAUF (1974) an, der die enge Verbundenheit von neuropsychologischen, lern- und sozialpsychologischen Problemen bei der Rehabilitation und Prävention hervorhebt, und weiter wurde in der vorliegenden Arbeit mehrfach auf Trainingsprogramme für spezifische

Funktionsstörungen hingewiesen. Weiter müßten vermehrt neuropsychologische Testbatterien zur Aufdeckung spezifischer Funktionsstörungen erstellt werden (vgl. PERRET, 1973), wobei es nicht nur der Diagnose oder des Testprofiles bedarf, sondern auch sich anschließender heilpädagogischer, rehabilitativer Übungsprogramme. Eine effektivere, gezieltere, ökonomischere, theoretisch ableitbarere und ausgedehntere Hilfe der Praxis und angewandten Forschung ist aber erst dann zu erwarten, wenn die neuropsychologischen Erkenntnisse im interdisziplinären Verbund einen Stand erreicht haben, der empirisch gesichertere Aussagen zuläßt als bisher. Die vorliegende Arbeit versteht sich in diesem Rahmen als Versuch und Hilfe, diesem Ziel verbesserter und umfassenderer Prävention, Therapie und Rehabilitation näher zu kommen.

VIII. Literatur

ABERCROMBIE, M.L.J., GARDINER, P.A., HANSEN, E., JONCKHEERE, J., LINDON, R.L., SOLOMON, G. und M.C. TYSON: Visual, perceptual and visumotor impairment in physical handicapped children. Percept. mot. Skills, 1964, 18, 561-625.

AHRENS, R.: Vergleichende Untersuchungen zur Frage der Seitigkeit bei Kindern aus Volksschulen und Schulen für Sprachkranke. Sprachheilarbeit, 1959, 4, 17-24.

AHRENS, R.: Diskussionsbeitrag zum Thema: "Das Problem der Linkshändigkeit". Z. Heilpäd., 1959, 10, 562-565.

AIRD, A. und Y. GASTAUT: Occipital and posterior electroencephalographic rythms. EEG J., 1959, 11, 637-656.

AJURIAGUERRA, J., HECAEN, H. und R. ANGELERGUES: Les apraxies: variétés cliniques et latéralisation lésionelle.
Rev. Neurol., 1960, 102, 28-56.

AKELAITIS, A.J.: Studies on the corpus callosum. J. Neuropath. exp. Neurol., 1943, 3, 226-262.

AKELAITIS, A.J.: A study of gnosis, praxis, and language following section of the corpus callosum and anterior commissure. J. Neurosurg., 1944, 1, 94-102.

AKELAITIS, A.J., RISTEEN, W. A., HERREN, R.Y. und W. P. VAN WAGENEN: Studies on the corpus callosum. Arch. Neurol. Psychiat., 1942, 47, 971-1007.

ALBERT, M.L.: Auditory sequencing and left cerebral dominance for language. Neuropsychologia, 1972, 10, 245-248.

ALCALDE, S.O.: zit. n.: GARDNER, W. J., CARNOSH, L.J., McCLURE, Ch. und K. GARDNER: Residual function following hemispherectomy for tumor and for infantile hemiplegia. Brain, 1955, 78, 487-502.

AMELANG, M. und K. ZIMMERMANN: Die Faktorenstruktur des HAWIK bei schwachbegabten Kindern. Heilpäd. Forschung, 1968, 1, 381-389.

ANDERSON, A.L.: The effect of laterality localization of brain damage on Wechsler-Bellevue indices of deterioration. J. clin. Psychol., 1950, 6, 191-194.

ANDERSON, A.L.: The effect of laterality localization of focal brain lesions in the Wechsler-Bellevue subtests. J. clin. Psychol., 1951, 7, 149-153.

ANDREWS, G., QUINN, P.T. und W.A.SORBY: Stuttering : an investigation into cerebral dominance for speech. J. Neurol. Neurosurg. Psychiatr., 1972, 35, 414-418

ANGERMAIER, M.: Legasthenie - Verursachungsmomente einer Lernstörung. Weinheim, 1970.

ANGERMAIER, M.: Drei Faktorenanalysen zum Thema 'Legasthenie'. Z. exp. angew. Psychol., 1973, 20, 1-19.

ANNETT, Marian: Handedness, cerebral dominance and the growth of intelligence. In: Specific reading disability (Hrsg. BAKKER, D. J. und P. SATZ), Rotterdam, 1970.

ANNETT, Marian: A model of the inheritance of handedness and cerebral dominance. Nature, 1964, 204, 59-60.

ANNETT, Marian: The binomial distribution of right, mixed and left handedness. Quart. J. exp. Psychol., 1967, XIX, 327-333.

ANNETT, Marian: Aspects of humanlateral asymmetry and its bearing on intellectual development in childhood hemiplegia. Report of the Spastics Society, 1968 (zit. n. J. F. ULLMANN, 1974).

ANNETT, Marian: The growth of manual preference and speed. Br. J. Psychol., 1970, 61, 454-458.

ANNETT, Marian: A classification of hand preference by association analysis. Br. J. Psychol., 1970, 61, 303-321.

ANNETT, Marian, HUDSON, P.T.W. und Ann TURNER: The reliability of differences between the hands in motor skill. Neuropsychologia, 1974, 12, 527-531.

ANNETT, Marian, HUDSON, P.T.W. und Ann TURNER: Effects of right and left unilateral ECT on naming and visual disorimination analysed in relation to handedness. Br. J. Psychiat., 1974, 124, 260-264.

ARCHIBALD, Y.M. und J. M. WEPMAN: Language disturbance and nonverbal cognitive performance in eight patients following injury to right hemisphere. Brain, 1968, 91, 117-130.

ARESU, H.: La superficie cerebral nell'nômo. Arch. Ital. Anat. Embriol., 1914, 12, 380-433.

ARRIGIONI, G. und E. DE RENZI: Constructional apraxia and hemispheric locus of lesion. Cortex, 1964, 1, 170-197.

ASANUMA, H. und O. OKUDA: Effects of transcallosal volleys on pyramidal tract cell activity of cat. J. Neurophysiol., 1962, 25, 198-208.

AYRES, J.J.B.: Some artifactual causes of perceptual primacy. J. exp. Psychol., 1966, 71, 896-901.

AYRES, J. J. B. und E. R. HARCUM: Directional response-bias in reproducing brief visual patterns. Percept. mot. Skills, 1962, 14, 155-165.

BABINSKI, J.: Contribution à l'étude des troubles mentaux dans l'hêmiplegie organique cérébral. Rev. Neurol., 1914, 27, 845-848.

BACHMANN, H., FELDES, D. und A. KRIEGEL: Über Störungen des Behaltens auditiv und visuell eingeprägter Gedächtnisinhalte nach uni- und bilateraler Elektrokrampfbehandlung. Psychiat. Neurol. med. Psychol., 1971, 23, 149-158.

BADDELEY, A. D. und Elizabeth K. WARRINGTON: Amnesia and the distinction between long- and short-term memory. J. verb. learn. and verb. behavior, 1970, 9, 176-189.

BAKAN, P.: Hypnotizability, laterality of eye-movement and functional brain asymmetry. Percept.mot. Skills, 1969, 28, 927-932.

BAKAN, P.: The eyes have it. Psychol. Today, 1971, 4, 64-69.

BAKAN, P.: Handedness and birth order. Nature, 1971, 229, 195.

BAKAN, P., DIBB, G. und P. REED: Handedness and birth stress. Neuropsychologia, 1973, 11, 363-366.

BAKKER, D.J.: Sensory dominance in normal and backword readers. Percept. mot. Skills, 1966, 23, 1055-1058.

BAKKER, D.J.: Left-right differences in auditory perception of verbal and non-verbal material by children. Quart. J. exp. Psychol., 1967, 19, 334-336.

BAKKER, D.J.: Ear-asymmetry with monaural stimulation. Psychonom. Sci., 1968, 12, 62.

BAKKER, D. J.: Ear-asymmetry with monaural stimulation: task influences. Cortex, 1969, 5, 36-42.

BAKKER, D. J.: Ear-asymmetry with monaural stimulation: relations to lateral dominance and lateral awareness. Neuropsychologia, 1970, 8, 103-117.

BALLARD, P. B.: Sinistrality and speech. J. exp. Ped., 1911, 1, 298-310.

BALOW, I.H.: Lateral dominance characteristics and reading achievement in the first grade. J. Psychol., 1963, 55, 323-328.

BALTHAZAR, E.E. und D.J. MORRISON: The use of Wechsler-Intelligence-Scale as diagnostic indicators of predominant left-right and indeterminate unilateral brain damage. J. clin. Psychol., 1961, 17, 161-165.

BALTHAZAR, E.E., TODD, R.E., MORRISON, D.J. und P.W. ZIEBELL: Visuoconstructive and verbal responses in chronic brain damaged patients and familial retardates. J. clin. Psychol., 1961, 17, 293-296.

BALTHAZAR, E.E.: Cerebral unilateralization in chronic epileptic cases: the Wechsler object assembly subtest. J. clin. Psychol., 1963, 19, 169-171.

BARGER, W.C.: An experimental approach to aphasic and to non-reading children. Amer. J. Orthopsychiat., 1953, 23.

BARTON, M.I., GOODGLASS, H. und SHAI, A.: Differential recognition of tachistoscopically presented english and hebrew words in right and left visual fields. Percept. mot. Skills, 1965, 21, 431-437.

BARTZ, W.H., SATZ, P. und Eileen FENELL: Grouping strategies in dichotic listening: the effects of instructions, rate and ear-asymmetry. J. exp. Psychol., 1967, 74, 132-136.

BARTZ, W.H., SATZ, P., FENELL, E. und J. R. LALLY: Meaningfulness and laterality in dichotic listening. J. exp. Psychol., 1967, 73, 204-210.

BASTIAN, H.C.: On the specific gravity of different parts of the human brain. J. ment. Sci., 1866, 56, 29.

BASTIAN, H.C.: The brain as the organ of mind. London, 1882.

BASTIAN, H.C.: Aphasia and other speech defects. London, 1898.

BAUER, R.W. und J. M. WEPMAN: Lateralization of cerebral functions. J. speech hearing Dis., 1955, 20, 171-177.

BAY, E.: Zur Methodik der Aphasieuntersuchungen. Nervenarzt, 1960, 31, 145-161.

BAY, E.: Aphasielehre und Neuropsychologie der Sprache. Nervenarzt, 1969, 40, 53-61.

BECK, C.H.M. und R.L. BARTON: Deviation and laterality of hand preferences in monkeys. Cortex, 1972, 4, 339-363.

BECKER, Ruth: Die Bedeutung des Motorik- und Lateralitätstests für die Logopädie. Die Sonderschule, 1966, 3, 147-149.

BECKER, Ruth: Die Lese-Rechtschreib-Schwäche aus logopädischer Sicht. Berlin 1973.

BECKMANN, G.: Frühdiagnostik und Betreuung schwerhöriger und sprachgestörter Kinder und Jugendlicher. In: Behinderte Kinder - Früherkennung, Behandlung, Rehabilitation (Hrsg. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung), Köln, o. J.

BELMONT, I., HANDLER, A. und E. KARP: Delayed sensory motor processing following cerebral damage. II. A multisensory defect. J. nerv. ment. Dis., 1972, 155, 345-349.

BELMONT, Lilian und H. G. BIRCH: Lateral dominance and right-left awareness in normal children. Child Develpm., 1963, 34, 257-270.

BELMONT, Lilian und H. G. BIRCH: Lateral dominance, lateral awareness and reading disability. Child. Developm., 1965, 36, 57-71.

BELMONT, Lilian und H. G. BIRCH: The intellectual profile of retarded readers. Percept. mot. Skills, 1966, 22, 787-816.

BENECKE, F.W.: Die anatomischen Grundlagen der Konstitutionsanomalien. Marburg, 1878.

BENNEDETTI, G.: Einführung in die Neuropsychologie. In: Neuropsychologie (Hrsg. F. LABHARDT), Basel, 1971.

BENNEDETTI, G.: Psychogenese und biologische Entwicklung. Fort. Neurol. Psychiat., 1971, 39, 1-14.

BENNINGHOFF, A. und K. GOERTTLER: Lehrbuch der Anatomie des Menschen. München, 1967.

BENSON, D.F. und N. GESCHWIND: Cerebral dominance and its disturbances. Ped. Clin. North Amer., 1968, 15, 759-769.

BENSON, D.F., BROWN, J. und E. B. TOMLINSON: Varieties of alexia. Neurology, 1971, 21, 951-957.

BENTON, A.L.: Clinical symptomatology in right and left hemisphere lesions. In: Interhemispheric relations and cerebral dominance (Hrsg. V.B. MOUNTCASTLE), Baltimore, 1962.

BENTON, A.L.: Behavioral indices of brain injury in school children. Child. Develpm., 1962, 33, 199-208.

BENTON, A.L.: Contributions to aphasia before Broca. Cortex, 1964, 1, 314-327.

BENTON, A.L.: The problem of cerebral dominance. Canad. Psychol., 1965, 4, 332-348.

BENTON, A.L.: Der Benton-Test, Handbuch. Bern, 1972.

BENTON, A.L. und R. J. JOYNT: Reaction time in unilateral cerebral disease. Confin. Neurol., 1959, 19, 247-256.

BENTON, A.L. und R. J. JOYNT: Early descriptions of aphasia. Arch. Neurol., 1960, 3, 205-222.

BENTON, A.L., MEYERS, R. und G. J. POLDERS: Some aspects of handedness. Psychiat. Neurol., 1962, 144, 321-337.

BENTON, A.L.: Differential behavioral effects in frontal lobe disease. Neuropsychologia, 1968, 6, 53-60.

BERGER, L., BERNSTEIN, A., KLEIN, A., COHEN, J. und G. LUCAS: Effects of aging and pathology on the factorial structure of intelligence. J. consult. Psychol., 1964, 28, 199-207.

BERNER, P., TRAXLER, S., GLONING, K. und G. GUTTMANN: Experimenteller Beitrag zur Frage der Störung der Raumvorstellung und räumlichen Orientierung. Wien Z. Nervenheilkd., 1971, 29, 255-266.

BERLUCCHI, G., HERON, W., HYMAN, R., RIZZOLATTI, G. und C. UMILTA: Simple reaction times of ipsilateral and contralateral hand to lateralized visual stimuli. Brain, 1971, 94, 419-430.

BETTMAN, J.W., STERN, E.L., WHITSELL, L.J. und H.F. GOFMAN: Cerebral dominance in developmental dyslexia. The role of the ophthalmologist. Arch. Ophthalmol., 1967, 78, 721-729.

BEVER, T.G. und R. J. CHIARELLO: Cerebral dominance in musicians and nonmusicians. Science, 1974, 185, 537-539.

BIERWISCH, M.: Schriftstruktur und Phonologie. Probl. Ergebn. Psychol., 1972, 43, 21-44.

BIRCH, H.G. und Lilian BELMONT: Auditory-visual integration in normal and retarded readers. Amer.J. Orthopsychiat., 1964, 34, 852-861.

BIRCH, H.G. und Lilian BELMONT: Auditory-visual integration, intelligence and reading ability in school children. Percept. mot. Skills, 1965, 20, 295-305.

BIRCH, H.G.: Dyslexia and the maturation of visual function. In: Reading Disability (Hrsg. J. MONEY), Baltimore, 1966.

BIRCH, H.G., BELMONT, I. und E. KARP: Delayed information processing and extinction following cerebral damage. Brain, 1967, 90, 113-130.

BIRCH, H.G. und A. LEFFORD: Two strategies for studying

perception in brain- damaged children. In: Brain damage in children: the biological and social aspects (Hrsg. H. G. BIRCH), Baltimore, 1964.

BLUME, W.T., GRABOW, J.D., DARLEY, F.L. und A.E. ARONSON: Intracarotid amobarbital test of language and memory before temporal lobectomy for seizure control. Neurology, 1973, 23, 812-819.

BOGEN, J.E.: The other side of the brain I, II. Bull. Los Angeles Neurol. Soc., 1969, 34, 73-105, 135-162.

BOGEN, J.E. und G.A. BOGEN: The other side of the brain III. Bull. Los Angeles Neurol. Soc., 1969, 34, 191-220.

BOGEN, J.E. und P.J. VOGEL: Cerebral commissurotomy: a case report. Bull. Los Angeles Neurol. Soc., 1962, 27, 169.

BOGEN, J.E. und H. W. GORDON: Musical tests for functional lateralization with intracarotid amobarbital. Nature, 1971, 230, 524-525.

BOLL, T.J.: Right and left cerebral hemisphere damage and tactile perception: performance of the ipsilateral and contralateral sides of the body. Neuropsychologia, 1974, 12, 235-238.

BONIN, G.v.: Anatomical asymmetries of cerebral hemispheres. In: Interhemispheric relations and cerebral dominance (Hrsg. V.B. MOUNTCASTLE), Baltimore, 1962.

BONKOWSKI, R.J.: Verbal and extraverbal components of language as related to lateralized brain damage. J. speech hearing Res., 1967, 10, 558-564.

BORING, E.G.: A history of experimental psychology. New York, 1929.

BORKOWSKI, J.G., BENTON, A.L. und O. SPREEN: Word fluency and brain damage. Neuropsychologia, 1967, 5, 135-140.

BORKOWSKI, J.G., SPREEN, O. und J.Z. STUTZ: Ear preference and abstractness in dichotic listening. Psychon. Sci., 1965, 3, 547-548.

BORTNER, M. und H.G. BIRCH: Perceptual and perceptual-motor dissociation in brain-damaged patients. J. nerv. ment. Dis., 1960, 130, 49-53.

BOUILLDAUD, J.: Discussion sur la faculté du langage articulé. Bull.Acad.Med., 1865, 30, 575-600, 604-638.

BÖHME, G.: Die frühkindliche Hirnschädigung unter besonderer Berücksichtigung der Stimm-, Sprach- und Hörstörungen. Wiss. Ztschr. Karl-Marx-Univ. Leipzig, 1965, 14, 671-674.

BOYD, R.: Tables of the weights of the human body and internal organs in the sane and insane of both sexes at various ages arranged from 2, 114 post-mortem examinations. Phil. Trans., 1861, 151, 241-262.

BRACKEN, H.v.: Über die Bedeutung der Linkshändigkeit für die Sonderpädagogik. Z. Heilpäd., 1960, 11, 305-315.

BRADSHAW, J.L. und A.D. PERRIMENT: Laterality effects and choice reaction time in a unimanual two-finger task. Percept. Psychophys., 1970, 7, 185-188.

BRAIN, W. R.: Visual disorientation with special reference to lesions of the right cerebral hemisphere. Brain, 1941, 64, 244-272.

BRAIN, W. R.: Speech and handedness. Lancet, 1945, 837-841.

BRAIN, W. R. : Diseases of the nervous system. London, 1962.

BRAINE, L. E.: Asymmetries of pattern perception observed in israelis. Neuropsychologia, 1968, 6, 73-88.

BRAMWELL, B.: A remarkable case of aphasia. Brain, 1898, 21, 343-373.

BRAMWELL, B.: On "crossed aphasia" and the factors which go to determine whether the "leading" or "driving" speech centres shall be located in the left or in the right hemisphere of the brain. Lancet, 1899, 1, 1473-1479.

BRANCH, C., MILNER, B. und T. RASMUSSEN: Intracarotid sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance. J. Neurosurg., 1964, 21, 399-405.

BRAUNE, C.W.: Die Gewichtsverhältnisse der rechten zur linken Hirnhälfte beim Menschen. Arch. Anat. Physiol. Anat. Abstr., 1891, 253.

BREMER, F., BRIHAYE, J. und G. ANDRE-BALISAUX: Physiologie et pathologie du corps calleux. Arch. Suisses Neurol. Psychiat., 1956, 78, 31-87.

BRIX, R.: Objektivierung der Begriffsdiskrimination und der Begriffsbildung im EEG des Menschen. Z.klin. Psychol., 1975, 1, 1-17.

BROADBENT, D.E.: The role of auditory localization in attention and memory span. J. exp. Psychol., 1954, 47, 191-196.

BROADBENT, D.E.: Successive responses to simultaneous stimuli. Quart. J. exp. Psychol., 1956, 8, 145-152.

BROADBENT, D.E.: Immediate memory and simultaneous stimuli. Quart. J. exp. Psychol., 1957, 9, 1-11.

BROADBENT, D.E.: Perception and communication. London, 1958.

BROADBENT, D.E. und M. GREGORY: Accuracy of recognition for speech presented to the right and left ears. Quart. J. exp. Psychol., 1964, 16, 359-360.

BROCA, P.: Instructions craniologiques et craniométriques de la Société d'Anthropologie de Paris. Bull. Soc. Anat. (Paris), 1875, 534-536.

BROCA, P.: Remarques sur le siège de la faculté articulé, suivies d'une observation d'aphémie. Bull. Soc. Anat. (Paris), 1861, 330-357.

BROCA, P.: Réflexions relatives â un cas d' atrophie cérébrale. Bull. Soc. Anat. (Paris), 1863, 379-385, 393-399.

BROCA, P.: Sur la faculté du langage articulé. Bull. Soc. Anthropol. (Paris), 1865, 493-494.

BROOKS, L.R.: An extension of the conflict between visualization and reading. Quart. J. exp. Psychol., 1970, 22, 91-96.

BROWN, A.R.: Differentiated handedness as related to perceptual style, stimulus, seeking and associated learning. Austin, Diss. 1967.

BROWN, J. W. und F. R. WILSON: Crossed aphasia in a dextral. Neurology, 1973, 23, 907-911.

BROWN, J. W. und J. Jaffe: Hypothesis on cerebral dominance. Neuropsychologia, 1975, 13, 107-110.

BRYDEN, M.P.: Tachistoscopic recognition of non-alphabetical material. Canad. J. Psychol., 1960, 14 (2), 78-86.

BRYDEN, M.P.: Order of report in dichotic listening. Canad.J. Psychol., 1962, 16, 291-299.

BRYDEN, M.P.: Ear preference in auditory perception. J. exp. Psychol., 1963, 65, 103-105.

BRYDEN, M.P.: The manupulation of strategies of report in dichotic listening. Canad. J. Psychol., 1964, 18, 126-138.

BRYDEN, M.P.: Tachistoscopic recognition and cerebral dominance. Percept. mot. Skills, 1964, 19, 686.

BRYDEN, M.P.: Tachistoscopic recognition, handedness, and cerebral dominance. Neuropsychologia, 1965, 3, 1-8.

BRYDEN, M.P.: Short-term memory for unbalanced dichotic lists. Psychon. Sci., 1966, 6, 379-380.

BRYDEN, M.P.: Left-right differences in tachistoscopic recognition: directional scanning or cerebral dominance? Percept. mot. Skills, 1966, 23, 1127-1134.

BRYDEN, M.P.: An evaluation of some models of laterality effects in dichotic listening. Acta Otolaryng. (Stockholm), 1967, 63, 595-604.

BRYDEN, M.P.: Laterality effects in dichotic listening: relations with handedness and reading ability in children. Neuropsychologia, 1970, 8, 443-450.

BRYDEN, M.P. und C. A. RAINEY: Left-right differences in tachistoscopic recognition. J. exp. Psychol., 1963, 66, 568-571.

BRYNGELSON, B. und T. B. CLARK: Left-handedness and stuttering. J. Heredity, 1933, 24, 387-390.

BUCHSBAUM, M. und P. FEDIO: Visual information and evoked responses from the left and right hemispheres. Elektroencephal. clin. Neurophysiol., 1969, 26, 266-272.

BUCHSBAUM, M. und P. FEDIO: Hemispheric differences in evoked potentials to verbal and non-verbal stimuli in the left and right visual fields. Physiol. Behav. 1970, 5, 207-210.

BUGGLE, F. und F. BAUMGÄRTEL: Hamburger Neurotizismus- und Extraversionsskala für Kinder und Jugendliche. Göttingen, 1972.

BURES, J. und O. BURESOVA: Inducing cortical spreading depression. In: Methods in psychobiol.(Hrsg. R.O. MYERS), London, 1972.

BURES, J., BURESOVA, O. und V. BERAN: zit. n. KOVAC, D. und G. HORKOVIC: On the problem of lateral dominance. Studia Psychologia, 1966, 8, 28-45.

BÜRGER, H.: Rechts und links. Nervenarzt, 1929, 2, 464-472.

BUTLER, B. V. und R. ENGEL: Mental and motor scores at eight months in relation to neonatal photic responses. Develpm. Med. Child Neurol., 1969, 11, 77.

BUTLER, S. R. und U. NORSELL: Vocalization possibly initiated by the minor hemisphere. Nature, 1968, 220, 793-794.

CALEARO, C. und A.R. ANTONELLI: "Cortical" hearing tests and

cerebral dominance. Acta Otolaryng. (Stockholm), 1963, 56, 17-26.

CAPLAN, D., HOLMES, J. M. und J. C. MARSHALL: Word classes and hemispheric specialization. Neuropsychologia, 1974, 12, 331-337.

CAPOBIANCO, R.J.: Ocular-manual laterality and reading in adolescent mental retardates. Amer. J. ment. Defic., 1966, 70, 781-785.

CARMON, A., NACHSHON, I., ISSEROFF, A. und M. KLEINER: Visual field differences in reaction times to hebrew letters. Psychon. Sci., 1972, 28, 222-224.

CARMON, A. und G.M. GOMBUS: A physiological vascular correlate of hand preference: Possible implications with respect to hemispheric cerebral dominance. Neuropsychologia, 1970, 8, 119-128.

CARMON, A., KLEINER, M. und I. NACHSHON: Visual hemisfield effects in dichotic presentation of digits. Neuropsychologia, 1975, 13, 289-295.

CERNACEK, J.: Handedness as a quantitive estimation. J. neurol. Sci., 1964, 1, 152-159.

CERNACEK, J. und F. PODIVINSKY: Ontogenesis of handedness and somatosensory cortical response. Neuropsychologia, 1971, 9, 219-232.

CHAKRABARTI, J. und D. G. BARKER: Lateral dominance and reading ability. Perept. mot. Skills, 1966, 22, 881-882

CHAMBERLAIN, H.D.: The inheritance of left-handedness. J. Heredity, 1928, 19, 557-559.

CHESHER, E.G.: Some observations concerning the relations of handedness to the language mechanism. Bull. Neurol. (New York), 1936, 4, 556-562.

CHOUDHURY, B.P., WHITTERIDGE, D. und M.E. WILSON: The function of the callosal connections of the visual cortex. Quart. J. exp. Physiol., 1965, 50, 214-219.

CLARK, M.M.: Left-handedness - laterality characteristics and their educational implications. London, 1957.

COHEN, B.D., NOBLIN, C.D., SILVERMAN, A.J. und S. B. PENICK: Functional asymmetry of the human brain. Science, 1968, 162, 475-477.

COHEN, J.: Factors underlying Wechsler-Bellevue performance of tree neuropsychiatric groups. J.abn.soc. Psychol., 1952, 47, 359-365.

COHEN, J.: The factorial structure of the WISC at ages 7,6, 10,6 and 13,6. J. consult. Psychol., 1959., 1959, 23, 285-299.

COHEN, J.: Very slow brain potentials relating to expectancy: the CNV. In: Averaged evoked potentials (Hrsg. DONCHIN, E. und D.B. LINDSLEY), Washington, 1969.

COHEN, G.: Hemispheric differences in a letter classification task. Percept. Psychophys., 1972, 11, 139-142.

COHN, R.: Differential cerebral processing of noise and verbal stimuli. Science, 1971, 172, 599-601.

COLE, J. und P. GLEES: Paw preference in cats related to hand preference in animal and man. J. comp. physiol. Psychol., 1955, 48, 137-140.

COLE, J. und P. GLEES: Gibt es auch bei Affen Rechts- und Linkshänder? Umschau, 1952, 52, 83-87.

COLE, J.: Laterality in the use of the hand, foot, and eye in monkeys. J. comp. physiol. Psychol., 1957, 50, 296-299.

COLEMAN, R.I. und C. P. DEUTSCH: Lateral dominance and right-left discrimination: a comparison of normal and retard d readers. Percept. mot. Skills, 1964, 19, 43-50.

COLLINS, R.L.: On the inheritance of handedness: Laterality in inbred mice. J. Heredity, 1968, 59, 9-12.

CONEL, J.L.: The postnatal development of the human cerebral cortex. Cambridge, 1941.

CONRAD, K.: Über aphasische Sprachstörungen bei hirnverletzten Linkshändern. Nervenarzt, 1949, 20, 148-154.

CORKIN, S., MILNER, B. und T. RASMUSSEN: Somatosensory thresholds. Contrasting effects of post-central gyrus and posterior parietal lobe excision. Arch. Neurol., 1970, 23, 41-58.

CORNIL, L. und H. GASTAUT: Données electroencephalographiques sur la dominance hémisphérique. Rev. Neurol., 1947, 79, 207.

COSTA, L.D. und H.J. VAUGHAN: Performance of patients with lateralized cerebral lesions. J.nerv. ment. Dis., 1962, 162-168.

CRICKMAY, Marie C.: Sprachtherapie bei Kindern mit zerebralen Bewegungsstörungen auf der Grundlage der Behandlung nach Bobath. Berlin-Charlottenburg, 1972.

CRITCHLEY, D.M.: Speech and speech-loss in relation to the duality of the brain. In: Interhemispheric relations and cerebral dominance (Hrsg. V.B. MOUNTCASTLE), Baltimore, 1962.

CRITCHLEY, M.: Aphasiology and other aspects of language. London, 1970.

CROSBY, E.C.: Relations of the brain centers to normal and abnormal eye movements in the horizontal plane. J. comp. Neurol., 1953, 99, 437-479.

CROVITZ, H.F. und D.B. LIPSCOMP: Dominance of the temporal visual fields at a short duration of stimulation. Amer.J. Psychol., 1963, 76, 631-637.

CRUICKSHANK, W.M.: Schwierige Kinder in Schule und Elternhaus. Förderung verhaltensgestörter, hirngeschädigter Kinder. Berlin-Charlottenburg, 1973.

CULVER, C.M., TANLEY, J.C. und R.G. EASON: Evoked cortical potentials: relation to hand dominance and eye dominance. Percept. mot. Skills, 1970, 30, 407-414.

CUNNINGHAM, D.J.: Contribution to the surface anatomy of the cerebral hemisphere. Dublin, 1892.

CURRY, F.K.W.: A comparison of left-handed and right-handed subjects on verbal and non-verbal dichotic listening tasks. Cortex, 1967, 3, 344-352.

CURRY, F.K.W. und D.R. RUTHERFORD: Recognition and recall of dicotically presented verbal stimuli by right- and left-handed persons. Neuropsychologia, 1967, 5, 119-126.

CURRY, F.K.W. und H.H. GREGORY: The performance of stutterers on dichotic listening tasks thought to reflect cerebral dominance. J. speech hearing Res., 1969, 12, 73-82.

CZOPF, J.: Über die Rolle der nicht dominanten Hemisphäre in der Restitution der Sprache der Aphasischen. Arch. Psychiat. Nervenkr., 1972, 216, 162-171.

DANNINGER, : Zum Problem des Zusammenhanges zwischen EEG und psychologischen Daten. In: Das organische Psychosyndrom im Kindesalter (Hrsg. A. Rett), Wien, 1972.

DARROW, C.W.: Psychological and psychophysiological significance of the electroencephalogram. Psychol. Rev., 1947, 54, 157.

DARWIN, C.J.: Ear differences in the recall of fricatives and vowels. Quart. J. exp. Psychol., 1971, 23, 46-62.

DAVIDOFF, J. B.: Hemispheric differences in the perception of lightness. Neuropsychologia, 1975, 13, 121-124.

DAVIS, R. und V. SCHMIT: Timing the transfer of information between hemispheres in man. Acta Psychologica, 1971, 35, 335-346.

DAWSON, G.D.: Cerebral responses to nerve stimulation in man. Brit.Med. Bull., 1950, 6, 326.

DAWSON, G.D.: A summation technique for detection of small evoked potentials. EEG Clin. Neurophysiol., 1954, 6, 64-84.

DAX, M.: 1836. Zit. n. LEISCHNER, A.: Die Psychiatrie der dominanten Hemisphäre. Nervenarzt, 1963, 34, 303-307.

DAX, M.: Lésions de la moitié gauche de l'encéphal coincidant avec l'oubli des signes de la pensée. Gaz. Hebd. Med. Chir., 1865, 2, 259-260.

DAX, G.: 1863. Zit. n. GOODGLASS, H. und F.A. QUADFASEL: Language laterality in left-handed aphasics. Brain, 1954, 77, 521-548.

DAY, M.E.: An eye-movement phenomenon relating to attention, thougpht, and anxiety. Percept. mot. Skills., 1964, 19, 443-446.

DAY, M.E.: An eye-movement indicator of individual differences in the physiological organization of attentional processes and anxiety. J. Psychol., 1967, 66, 51-62.

DEARBORN, W.F.: Ocular and monual dominance in dyslexia. Psychol. Bull., 1931, 28, 704.

DEE, H.L.: Visuoconstructive and visuoperceptive deficit in patients with unilateral cerebral lesions. Neuropsychologia, 1970, 3, 305-314.

DEE, H.L.: Auditory asymmetry and strength of manual preference. Cortex, 1971, 7, 236-245.

DEE, H.L. und A.L. BENTON: A cross-model investigation of spatial performances in patients with unilateral cerebral disease. Cortex, 1970, 6, 261-272.

DEE, H.L. und M. W. v. ALLEN: Simple and choice reaction time and motor strength in unilateral cerebral disease. Acta Psychiat. Scand., 1971, 47, 315-323.

DEEGENER, G. und M. DONY: Untersuchungen zur Übereinstimmung zwischen HAWIK und RAVEN-Test bei hirngeschädigten und hirngesunden Kindern. Heilpäd. Forschung, 1973, 186-198.

DEEGENER, G.: Hemisphärendominanz, Händigkeit, Leseleistung und Dichotic Listening-Verfahren. Nervenarzt, 1973, 44, 241-247.

DEEGENER, G.: Leistungsvergleich mit dem Benton-Test bei Legasthenikern sowie hirngeschädigten und hirngesunden Kindern. Z. Heilpäd., 1974, 25, 157-167.

DEEGENER, G.: Hemisphärendominanz und optische Wahrnehmung bei Tachistoskop-Untersuchungen. Psychiat., Neurol. med. Psychol., 1974, 26, 193-201.

DEEGENER, G.: Entwicklungspsychologie II. In: Sozialisationstheorie (Hrsg. D. KAMPER), Freiburg, 1974.

DEIST, A.: Untersuchung zur Linkshändigkeit an Hilfsschulkindern. Prüfungsarbeit Institut Sonderschulpäd., Marburg, 1959.

DEMIANIUK, Edda, TREMPLER, D. und J. ZIEGENSPECK: Zum Problem der Legasthenie - ein Ländervergleich. Z. Heilpäd., 1974, 25, 168-185.

DENGLER, Helene: Das erzieherische Problem der Linkshändigkeit in der Hilfsschule. Z. Heilpäd., 1959, 10, 223-237.

DENNIS, W.: Laterality of function in early infancy under controlled developmental conditions. Child Developm., 1935, 6, 242-252.

DENNY-BROWN, D., MEYER, J.S. und S. HORENSTEIN: The significance of perceptual rivalry resulting from parietal lesion. Brain, 1952, 75, 433-471.

De REUCK, A. und M. O'CONNOR: Disorders of language. London, 1964.

De RENZI, E. und H. SPINNLER: Visual recognition in patients with unilateral cerebral disease. J. nerv. ment. Dis., 1966, 142, 515-525.

De RENZI, E. und P. FAGLIONI: The relationship between visuospatial impairment and constitutional apraxia. Cortex, 1967, 3, 327-342.

DICK, A.O. und J. K. MEWHORT: Order of report and processing in tachistoscopic recognition. Percept. Psychophys., 1967, 2, 573-576.

DIMOND, S.J.: Hemisphere function and immediate memory. Psychon. Sci., 1969, 16, 111-112.

DIMOND, S.J.: Hemisphere function and word registration. J. exp. Psychol., 1971, 87, 183-186.

DIMOND, S.J. und G. BEAUMONT: Processing in perceptual integration between and within the cerebral

hemispheres. Brit. J. Psychol., 1972, 63, 509-514.

DIMOND, S.J. und G. BEAUMONT: A right hemisphere basis for calculation in the human brain. Psychon. Sci., 1972, 26, 137-138.

DIMOND, S.J. und G. BEAUMONT: Hemisphere function and color naming. J. exp. Psychol., 1972, 96, 87-91.

DIMOND, S.J., GIBSON, A.R. und M.S. GAZZANIGA: Cross field and within field integration of visual information. Neuropsychologia, 1972, 10, 379-381.

DIRKS, D.: Perception of dichotic and monaural verbal material and cerebral dominance for speech. Acta Otolaryng. (Stockholm), 1964, 58, 73-80.

DOEHRING, D.G., REITAN, R.M. und H. KLØVE: Changes in patterns of intelligence test performance associated with homonymous visual field defects. J. nerv. ment. Dis., 1961, 132, 227-233.

DOUGLAS, J.W., ROSS, J.M. und J.E. COOPER: The relationship between handedness, attainment and adjustment in a national sample of school children. Educ. Res., 1967, 9, 223-323.

DONY, M.: Leistungsveränderungen bei kindlicher Hirnschädigung in Abhängigkeit von der Höhe des Leistungsniveaus und dem Zeitpunkt der Schädigung. Inaugural-Dissertation, Saarbrücken, 1973.

DONY, M. und G. DEEGENER: Die Leistungen hirngeschädigter und hirngesunder Kinder im Benton-Test. Diagnostica, 1973, XIX/3, 97-106.

DORFF, J.E., MIRSKY, A.F. und M. MISHKIN: Effects of unilateral temporal lobe removals in man on tachistoscopic recognition in the left and right visual fields. Neuropsychologia, 1965, 3, 39-51.

DORNBUSH, R.L. und W.A. WINNICK: Right-left differences in tachistoscopic identification of paralogs as a function of order of approximation to english letter sequences. Percept. mot.Skills, 1965, 20, 1222-1224.

DUKE, J.D.: Lateral eye-movement behavior. J. gen. Psychol., 1968, 78, 189-195.

DUMAS, R. und A. MORGAN: EEG asymmetry as a function of occupation, task and task difficulty. Neuropsychologia, 1975, 13, 219-228.

DURNFORD, M. und Doreen KIMURA: Right hemisphere specialization for depth perception reflected in visual field differences. Nature, 1971, 231, 394-395.

DURUP, G. und A. FESSARD: L'électroencéphalogramme de l'homme. Annêe Psychol., 1935, 36, 1-32.

DUYNE, H.J. van und D. SCANLAN: Left-right ear differences in auditory perception of verbal instruction for non-verbal behavior: a preliminary report. Neuropsychol., 1974, 12, 545-548.

DYER, D.W. und E.R. HARCUM: Visual perception of binary pattern by preschool children and by school children. J. educ. Psychol., 1961, 52, 161-165.

EAMES, T.H.: Anatomical basis of lateral dominance anomalies. Amer. J. Orthopsychiat., 1934, 4, 324-528.

EBERSTALLER, O.: Zur Oberflächenanatomie der Großhirn-hemisphären. Wien. Med. Blätter, 1884, 7, 479-482, 542-582, 644-646.

EBNER, F.F. und R.E. MYERS: Corpus callosum and the inter-hemispheric transmission of tactual learning. J. Neurophysiol., 1962, 25, 380-391.

ECONOMO, C.v. und L. HORN: Über Windungsrelief, Masse und Rindenarchitektonik der Supratemporalfläche, ihre individuellen und ihre Seitenunterschiede. Z. Neurol. Psychiat., 1930, 130, 678-757.

EFRON, R. und E.W. YUND: Dichotic competition of simultaneous tone bursts of different frequency - I. Dis-sociation of pitch from lateralization and loudness. Neuropsychologia, 1974, 12, 249-256.

EFRON, R. und E.W. YUND: Dichotic competition of simultaneous tone bursts of different frequency - III. The effect of stimulus parameters on suppression and ear dominance functions. Neuropsychologia, 1975, 13, 151-161.

EGGERT, D. und K.-D. SCHUCK: Ein Beitrag zur multi-dimensionalen Diagnose der Lese-Rechtschreib-schwäche. Z. Heilpäd., 1973, 24, 655-674.

EHRLICHMAN, H., WEINER, S.L. und A.H. BAKER: Effects of verbal and spatial questions on initial gaze shifts. Neuropsychologia, 1974, 12, 265-277.

EISENSON, J.: Language and intellectual modifications associated with right cerebral damage. Language and Speech, 1962, 5, 49-53.

ENGEL, R. und W. FAY: Visual evoked responses at birth, verbal scores at three years, and IQ at four years. Developm. Med. Child Neurol., 1972, 14, 283-289.

ERISMANN, T.: Allgemeine Psychologie III. Berlin, 1962.

ETTLINGER, G., C.V. JACKSON und O. L. ZANGWILL: Dysphasia following right temporal lobectomy in a right-handed man. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1955, 18, 214-217.

ETTLINGER, G., BLAKEMORE, C.B. und A.D. MILNER: Opposite hand preferences in two sense-modalities. Nature, 1968, 218, 1276.

ETTLINGER, G. und R.F. DAWSON: Hand preference in the monkey: the effect of unilateral cortical removals. Neuropsychologia, 1969, 7, 161-166.

ETTLINGER, G. und A. MOFFETT: Lateral preferences in the monkey. Nature, 1964, 204, 606.

FAGLIONI, P., SCOTTI, G. und H. SPINNLER: Impaired recognition of written letters following unilateral hemisphere damage. Cortex, 1969, 5, 120-133.

FALEK, A.: Handedness: a family study. Amer. J. human Gen., 1959, 11, 52-62.

FAUST, C.: Das klinische Bild der Dauerfolgen nach Hirnverletzung. Stuttgart, 1956.

FEDIO, P. und M. BUCHSBAUM: Unilateral temporal lobectomy and changes in evoked responses during recognition of verbal and non-verbal material in the left and right visual fields. Neuropsychologia, 1971, 9, 261-271.

FERDINAND, W. und F. MÜLLER: Linkshändigkeit - Rechtschreibleistung - Legasthenie. Pr. Kinderpsychol., 1969, 18, 208-215.

FIELD, J.C.: Two types of tables for use with Wechsler's intelligence scales. J. clin. Psychol., 1960, 16, 3-7.

FILBEY, R.A. und M. S. GAZZANIGA: Splitting the normal brain with reaction time. Psychon.Sci., 1969, 17, 335-336.

FISCHER, H. und Marlene KOHENOF: Untersuchung der Körperdominanz. Pr. Kinderpsychol., 1964, 13, 173-177.

FITZHUGH, K.B., FITZHUGH, L.C. und R.M. REITAN: Wechsler-Bellevue-comparisons in groups with chronic and current lateralized and diffuse brain lesions. J. cons. Psychol., 1962, 26, 306-310.

FLEMINGER, J.J., HORNE, D.J. DE L. und P. N. NOTT: Unilateral electroconvulsive therapy and cerebral dominance: effect of right - and left-sided electrode placement on verbal memory. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1970, 33, 408-411.

FLEMINGER, J.J. und L. BUNCE: Investigation of cerebral dominance in left-handers and right-handers using unilateral electroconvulsive therapy. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1975, 38, 541-545.

FLOURENS, M.: Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés. Paris, 1824.

FLOURENS, M.: Examen de phrénologie. Paris, 1842.

FONTENOT, D.J. und A.L. BENTON: Perception of direction in the right and left visual fields. Neuropsychologia, 1972, 10, 447-452.

FORGAYS, D.G.: The development of differential word recognition. J. exp. Psychol., 1953, 45, 165-168.

FRANZ, S.I.: On the functions of the cerebrum: The frontal lobes. Arch. Psychol., 1907, 2, 1-64.

FRANZ, S.I.: On the functions of the cerebrum: The occipital lobes. Psychol. Monogr., 1911, 8, 1-118,

FRENCH, J.L.: Intellectual appraisal of physically handicapped children. J. gen. Psychol., 1959, 94, 131-141.

FRIEDEMANN, Alice: Zum Problem der Linkshändigkeit, insbesondere im Zusammenhang mit der Stottererfrage. Mschr. Psychiat. Neurol., 1937, 97, 257-279.

FRIEDMANN, J.H., GOLOMB, J. und M.N. MORA: The hair whorl sign for handedness. Dis. Nerv. System, 1952, 13, 208-216.

FRITSCH, G. und E. HITZIG: Über die elektrische Erregbarkeit des Großhirns. Reichert's und Du Bois-Reymond's Arch. Anat. Physiol., 1870, 300-332.

FROSTIG, M.: Wahrnehmungstraining (dtsch. von A. und Erika REINARTZ), Dortmund, 1972.

FRÜHAUF, K.: Zur Quantifizierung der Hirnleistungsschwäche. In: Persönlichkeitsdiagnostik (Hrsg. RÖSLER, H.-D., SCHMIDT, H.D. und H. SZEWCZYK), Berlin, 1970.

FRÜHAUF, K.: Einige Probleme und Ergebnisse bei der Differenzierung cerebral bedingter Sprachstörungen. Z. f. Phonetik, Sprachwissenschaft und Kommunikationsforschung, 1970, 23, 138-150.

FRÜHAUF, K.: Praxisorientierte Ergebnisse neuropsychologischer Forschung. Psychiat. Neurol. med. Psychol., 1974, 26, 593-605.

GALIN, D. und R. ORNSTEIN: Lateral specialization of cognitive mode: an EEG study. Psychophysiology, 1972, 9, 412-418.

GALIN, D. und R. ORNSTEIN: Individual differences in cognitive style - I. Reflective eye movements. Neuropsychologia, 1974, 12, 367-376.

GALIN, D. und R. R. ELLIS: Asymmetry in evoked potentials as an index of lateralized cognitive processes: relation to EEG alpha asymmetry. Neuropsychologia, 1975, 13, 45-50.

GALL, F.J.: Anatomie et physiologie du système nerveux en général et du cerveau en particulier. Paris, 1810-1819.

GATES, A.I. und G.L. BOND: Relation of handedness, eye-sighting and acuity dominance to reading. J. educ. Psychol., 1963, 27, 450-456.

GAUTRIN, D. und G. ETTLINGER: Lateral preferences in the monkey. Cortex, 1970, 6, 287-292.

GAZZANIGA, M.S.: Effects of commissurotomy on a preoperatively learned visual discrimination. Exp. Neurol., 1963, 8, 14-19.

GAZZANIGA, M.S.: The bisected brain. New York, 1970.

GAZZANIGA, M.S.: The split brain in man. Scientific American, 1967, 27, 24-29.

GAZZANIGA, M.S. und S.A. HILLYARD: Language and speech capacity of the right hemisphere. Neuropsychologia, 1971, 9, 273-280.

GEFFEN, G., BRADSHAW, J.L. und G. WALLACE: Interhemispheric effects on reaction time to verbal and non-verbal visual stimuli. J. exp. Psychol., 1971, 87, 415-422.

GEFFEN, G., BRADSHAW, J.L. und N.C. NETTLETON: Hemispheric asymmetry: verbal and spatial encoding of visual stimuli. J. exp. Psychol., 1972, 95, 25-31.

GEFFNER, D.S. und I. HOCHBERG: Ear laterality performance of children from low and middle socioeconomic levels on a verbal dichotic task. Cortex, 1971, 7, 193-203.

GERSTMANN, J.: Fingeragnosie und isolierte Agraphie: ein neues Syndrom. Z. ges. Neurol. Psychiat., 1927, 108, 152-177.

GESCHWIND, N.: Disconnection syndromes in animals and man. Brain, 1965, 88, 237-294, 585-644.

GESCHWIND, N.: Problems in the anatomical understanding of

aphasics. In: Contributions to clinical neuropsychology (Hrsg. A.L. BENTON), Chicago, 1969.

GESCHWIND, N. und W. LEVITSKY: Human brain: left-right asymmetries in temporal speech region. Science, 1968, 161, 186-187.

GESELL, A. und L.B. AMES: The development of handedness. J. gen. Psychol., 1947, 70, 155-175.

GESELL, A.: The ontogenesis of infant behavior. In: Manual of child psychology (Hrsg. L. CARMICHAEL), New York, 1949.

GHENT, L.: Developmental changes in tactual thresholds on dominant and nondominand sides. J. comp. physiol. Psychol., 1951, 54, 670-673.

GIBSON, A.R., DIMOND, S.J. und M. S. GAZZANIGA: Left field superiority for word matching. Neuropsychologia, 1972, 10, 463-466.

GIANNITRAPANI, D.: Developing concepts of lateralization of cerebral functions. Cortex, 1967, 3, 353-370.

GIANNITRAPANI, D., SORKIN, A. und J. ENESTEIN: Laterality preference of children and adults as related to interhemispheric EEG phase activity. J. neurol. Sci., 1966, 3, 139-150.

GLEES, P.: Morphologie und Physiologie des Nervensystems. Stuttgart, 1957.

GLEES, P. und J. COLE: Ipsilateral representation in the cerebral cortex. Lancet, 1952, 262, 1191.

GLEES, P.: Experimental neurology. London, 1961.

GLEES, P.: Ist unser Zentralnervensystem links und rechts gleichwertig? (o.A.).

GLONING, I., GLONING, K. und H. HOPF: Die Dominanz einer Hemisphäre. Nervenarzt, 1954, 25, 49-55.

GLONING, I., GLONING, K. und G. GUTTMANN: Eine faktorenanalytische Untersuchung des sogenannten Gerstmann Syndroms. Z. Nervenheilk., 1967, 25, 182-192.

GLONING, I., GLONING, K., HAUB, G. und R. QUATEMBER: Comparison of verbal behavior in right-handed and non right-handed patients with anatomically verified lesion of one hemisphere. Cortex, 1969, 5, 43-52.

GLONING, K. und H. HOFF: Cerebral localisation of disorders of higher nervous activity. In: Handbook of clinical neurology (Hrsg. VINKEN, P. J., und G.W. BRUYN), New York, 1969.

GOLDSTEIN, K.: Das Symptom, seine Entstehung und Bedeutung für

unsere Auffassung vom Bau und der Funktion des Nervensystems. Arch. Psychiat. Nervenkr., 1926, 76, 84-108.

GOLDSTEIN, K.: Remarks on localisation. Confin. Neurol., 1946, 7, 25-34.

GOLDSTEIN, L. und R.A. BECK: Amplitude analysis of the electroencephalogram. Int. Rev. Neurobiol., 1965, 8, 265.

GOLTZ, F.: Über die Verrichtungen des Großhirns. Pflüger's Arch. Physiol., 1884, 34, 450-505.

GOODGLASS, H. und QUADFASEL, F.A.: Language laterality in left-handed aphasics. Brain, 1954, 77, 521-548.

GOODGLASS, H.: Binaural digit presentation and early lateral brain damage. Cortex, 1967, 3, 295-306.

GOODGLASS, H. und M. BARTON: Handedness and differential perception of verbal stimuli in left and right visual fields. Percept. mot. Skills, 1963, 17, 851-854.

GOODGLASS, H. und E. PECK: Dichotic ear order effects in Korsakoff and normal subjects. Neuropsychologia, 1972, 10, 211-217.

GORDON, H.W.: Hemispheric asymmetries in the perception of musical chords. Cortex, 1970, 6, 387-398.

GORDON, H.W., BOGEN, J.E. und R.W. SPERRY: Absence of the deconnection syndrom in two patients with partial section of the neocommissures. Brain, 1971, 94, 327-336.

GORLITZER v. Mundy, V.: Zur Frage der paarig veranlagten Sprachzentren. Nervenarzt, 1957, 28, 212-216.

GOTT, P.S. und L.L. BOYARSKY: The relation of cerebral dominance and handedness to visual evoked potentials. J. Neurobiol., 1972, 3, 65.

GOTTLIEB, G. und I. WILSON: Cerebral dominance: temporary disruption of verbal memory by unilateral electroconvulsive shock treatment. J. comp. Physiol. Psychol., 1965, 60, 368-372.

GRAICHEN, J.: Teilleistungsschwächen; dargestellt an Beispielen aus dem Bereich der Sprachbenutzung. Z. Kinder-Jugendpsychiat., 1973, 1, 113-143.

GRAICHEN, J.: Kann man legasthenische und dyskalkulatorische Schulschwierigkeiten voraussagen? Pr. Kinderpsychol. -psychiat., 1975, 24, 52-57.

GREENBAUM, M. und J.A. BUEHLER: Further findings on the intelligence of children with cerebral palsy. Amer. J. ment. Defic., 1960, 65, 261-264.

GROSS, M.M.: Hemispheric specialisation for processing of visually presented verbal and spatial stimuli. Percept. Psychophys., 1972, 12, 357-363.

GRÖZINGER, B., KORNHUBER, H.H. und J. KRIEBEL: Methodological problems in the investigation of cerebral potentials preceding speech: determining the onset and suppressing artefacts caused by speech. Neuropsychologia, 1975, 13, 263-270.

GUERTIN, W.H., LADD, C.E., FRANK, G.H., RABIN, A. I. und D.D. HIESTER: Research with the Wechsler Intelligence Scales for adults, 1960-1965. Psychol. Bull., 1966, 66, 385-509.

GUR, R.E., GUR, R.C. und L. J. HARRIS: Cerebral activation as measured by subjects'lateral eye movements, is influenced by experimenter location. Neuropsychologia, 1975, 13, 35-44.

GUTTMANN, G.: Einführung in die Neuropsychologie. Bern, 1972.

HAALAND, K.Y.: The effect of dichotic, monaural and dichotic verbal stimuli on auditory evoked potentials. Neuropsychologia, 1974, 12, 339-345.

HAGGARD, M.P.: Encoding and the REA for speech signals. Quart. J. exp. Psychol., 1971, 23, 34-45.

HAGGARD, M.P, und A.M. PARKINSON: Stimulus and task factors as determinants of ear advantages. Quart. J. exp. Psychol., 1971, 23, 168-177.

HAJOS, A.: Wahrnehmungspsychologie. Psychophysik und Wahrnehmungsforschung. Stuttgart, 1972.

HALL, J.L. und M. H. GOLDSTEIN: Representation of binaural stimuli by single units in primary auditory cortex of unanes_thetized cats. J. acoust.soc. Amer., 1968, 3, 456-461.

HALLIDAY, A.M., DAVIDSON, K., BROWNE, M.W. und I.C. KREEGER: A comparison of the effects on depression and memory of bilateral ECT and unilateral ECT to the dominant and non-dominant hemispheres. Brit. J. Psychiat., 1968, 114, 997-1012.

HAMILL, D. und O. C. IRWIN: IQ-differences of right and left spastic hemiplegic children. Percept. mot. Skills, 1966, 22, 193-194.

HAMILTON, C. R.: Effects of brain bisection on eye-hand coordination in monkeys wearing prisms. J. comp. physiol. Psychol., 1967, 64, 434-443.

HAMILTON, C.R., TIEMAN, S.B. und W.S. FARRELL: Cerebral dominance in monkeys? Neuropsychologia, 1974, 12, 193-197.

HANKAMMER, H.: Lese-Rechtschreib-Schwäche als Folge von Speicherschwäche. Z. Heilpäd., 1973, 24, 73-84.

HARBAUER, H.: Die diagnostische Bedeutung des Elektro-encephalogramms bei kindlicher Schwererziehbarkeit. Rheinische Schriften, 1966, 32-40.

HARCUM, E.R.: Effects of symmetry on the perception of tachistoscopic patterns. Amer.J. Psychol., 1964, 77, 600-606.

HARCUM, E.R.: Visual hemifield differences as conflicts in direction of reading. J. exp. Psychol., 1966, 72, 479-480.

HARCUM, E.R. und D.W. DYER: Monocular and binocular reproduction of binary stimuli appearing right or left of fixation. Amer. J. Psychol., 1962, 75, 56-65.

HARCUM, E.R., DYER, D.W. und R.D. FILION: Distribution of errors in tachistoscopic reproduction of binary patterns after practice. Percept. mot. Skills, 1962, 15, 83-89.

HARCUM, E.R. und R.D. FILION: Effects of stimulus reversal on lateral dominance in word recognition. Percept. mot. Skills, 1963, 17, 779-794.

HARCUM, E.R. und M.E. FINKEL: Explanation of Mishkin and Forgay's result as a directional reading conflict. Canad. J. Psychol., 1963, 17, 224-234.

HARCUM, E.R. und S.M. FRIEDMAN: Reversal reading by israeli observers of visual patterns without intrinsic directionality. Canad. J. Psychol., 1963, 17, 361-369.

HARCUM, E.R., HARTMAN, R.S. und N.F. SMITH: Pre vs post-knowledge of required reproduction sequences for tachistoscopic patterns. Canad. J. Psychol., 1963, 17, 264-273.

HARCUM, E.R. und M. L. JONES: Letter recognition within words flashed left and right of fixation. Science, 1962, 138, 444-445.

HARRIS, A.J.: How to increase reading ability. New York, 1947.

HARRIS, A.J.: Lateral dominance, directional confusion, and reading disability. J. Psychol., 1957, 44, 283-294.

HARTJE, W. und B. ORGASS: Die diagnostische Effizienz von drei psychologischen Verfahren zur Auslese hirngeschädigter Patienten. Arch. Psychiat. Nervenkr., 1972, 216, 172-187.

HARTJE, W. und M. KERSCHENSTEINER: Eine quantitative Analyse der sakkadierten Folgebewegungen der Augen bei einseitigen Hemisphärenschädigungen. Z. Neurol., 1973, 203, 299-310.

HEAD, H.: Aphasia and kindred disorders of speech. London, 1926.

HECAEN, H.: La dominance cérébrale. In: Main droite et main gauche (Hrsg. KOURILSKY, R. und P. GRAPIN), Paris, 1968.

HECAEN, H.: Aphasic, apraxic and agnosic syndromes in right and left hemisphere lesions. In: Handbook of clinical neurology, Vol. 4 (Hrsg. VINKEN, P.J. und G.W. BRUYN), New York, 1969.

HECAEN, H. und J. de AJURIAGUERRA: L'apraxie de l'habillage. Encéphale, 1945, 34, 113-144.

HECAEN, H., AJURIAGUERRA, J. de und J. MASSONET: Les troubles visuo-constructives par lésion pariéto-occipitale droite. Encéphale, 1951, 40, 122-179.

HECAEN, H., PENFIELD, M., BERTRAND, C. und R. MALMO: The syndrome of apractognosia due to lesions of the minor cerebral hemisphere. Arch. Neurol. Psychiat., 1956, 75, 400-434.

HECAEN, H. und M. PIERCY: Paroxysmal dysphasia and the problem of cerebral dominance. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1956, 19, 194-201.

HECAEN, H., ANGELERGUES, R. und S. HOULLIER: Les variétés cliniques des acalculies au cours des lésions rétrorolandiques: approche statistique du probleme. Rev. Neurol., 1961, 85, 85-103.

HECAEN, H. und R. ANGELERGUES: L'aphasie, l'apraxie, l'agnosie chez les gauchers: modalités et frequence des troubles selon l'hémisphère atteint. Rev. Neurol., 1962, 106, 510-516.

HECAEN, H. und J. AJURIAGUERRA: Left-handedness. Manual superiority and cerebral dominance. New York, 1964.

HEGENSCHEIDT, Marianne und R. COHEN: Tests zur Erfassung der Umstellungsfähigkeit bei hirnorganisch geschädigten Personen. Z. klin. Psychol., 1972, 1, 1-20.

HEILBRUN, A.B.: Psychological test performance as a function of lateral localization of cerebral lesion. J. comp. physiol.psychol. 1956, 49, 10-14.

HEILMAN, K.M., HAMMER, L.C. und B. J. WILDER: An audiometric defect in temporal lobe dysfunction. Neurology, 1973, 23, 384-386.

HENSCHEN, S.E.: Über Sprach-, Musik- und Rechenmechanismen und ihre Lokalisation im Großhirn. Z. ges. Neurol. Psychiat. 1919, 52, 273-298.

HENSCHEN, S.E.: Klinische und anatomische Beiträge zur Pathologie des Gehirns. Stockholm, 1920.

HENSCHEN, S.E.: On the function of the right hemisphere of the brain in relation to the left in speech, music and calculation. Brain, 1926, 49, 110-123.

HERBERT, M.: The concept and testing of brain-damage in children: a review. J. Child Psychol. Psychiat., 1964, 5, 197-216.

HERON, W.: Perception as a function of retinal locus and attention. Amer. J. Psychol., 1957, 70, 38-48.

HERRMANN, T.: Persönlichkeitsmerkmale, Bestimmung und Verwendung in der psychologischen Wissenschaft. Stuttgart, 1973.

HERRMANN, T.: Lehrbuch der empirischen Persönlichkeitsforschung. Göttingen, 1972.

HESCHL, R.: Über die vordere quere Schläfenwindung des menschlichen Großhirns. Wien, 1878.

HESS, W.R.: Psychologie in biologischer Sicht. Stuttgart, 1962.

HESS, G.: Erfahrungsbericht aus einer Linkshänderklasse. In: Lese- und Rechtschreibschwäche bei Schulkindern (Hrsg. K. INGENKAMP), Weinheim, 1970.

HEWITT, W.: The development of the corpus callosum. J. Anat., 1962, 96, 355-358.

HILLERICH, R.L.: Eye-hand dominance and reading achievement. Educ. Reas. J., 1964, 1, 121-126.

HILLIER, W. F.: Total left cerebral hemispherectomy for malignant glioma. Neurology, 1954, 4, 718-721.

HILLYARD, S.: Symposion: Information and meaning derived from studies of evoked potentials. EEG clin. Neurophysiol., 1971, 31, 301-303.

HINES, D. und P. SATZ: Cross-modal asymmetries in perception related to asymmetry in cerebral function. Neuropsychologia, 1974, 12, 239-247.

HINTERHUBER, H. und H. NOWAK: Erfahrungen mit unilateraler Elektrokonvulsionstherapie. Arch. Psychiat. Nervenkr. 1973, 217, 149-156.

HIRATA, K. und R. OSAKA: Tachistoscopic recognition of Japanese materials in left and right visual fields. Psychologia, 1967, 10, 7-18.

HOADLEY, M.F. und K. PEARSON: On measurement of the internal diameters of the skull in relation I. To the prediction of its capacity II. To the "pre-eminence" of the left hemisphere. Biometrica, 1929, 21, 94-123.

HØEDT-RASMUSSEN, K. und E. SKINHØJ: Transneural depression of the cerebral hemispheric metabolism in man. Acta neurol. Scand., 1964, 40, 41-46.

HØEDT-RASMUSSEN, K., SVEINSDOTTIR, E. und N. A. LASSEN: Regional cerebral blood flow in man determined by intra-arterial injection of radioactive inert gas. Circulation Res., 1966, 18, 237-247.

HOLZKAMP, K.: Kritische Psychologie. Frankfurt/M., 1972.

HOMMES, O.R. und L.H.H.M. PANHUYSEN: Bilateral intracarotid amytal injection. Psychiat. Neurol. Neurochir., 1970, 73, 447-459.

HOPF, A.: Die Lokalisation in der Großhirnrinde vom Standpunkt des Anatomen. Nervenarzt, 1961, 32, 301-307.

HOPF, A.: Die Architektur des Gehirns. Bild der Wissenschaft, 1967, 4, 279-286.

HOPF, A.:Localization in the cerebral cortex from the anatomical point of view. In: Cerebral localization and organization (Hrsg. SCHALTENBRAND, G. und C.N. WOOLSEY),Madison-Milwaukee, 1964.

HORN, W.: Leistungsprüfsystem L-P-S. Göttingen, 1962.

HOYOS, K.v.: Über tachistoskopische Untersuchungen an Hirnverletzten. Arch. Psychiat., 1949, 182, 706-712.

HUDSON, P.T.W.: The genetics of handedness - a reply to Levy and Nagylaki. Neuropsychologia, 1975, 13, 331-339.

HULL, C.J.: A study of laterality test items. J. exp. Educ., 1936, 4, 287-290.

HUMPHREY, M.E.: Consistency of hand usage:a preliminary enquiry. Brit. J. educ. Psychol., 1951, 21, 214-225.

HUMPHREY, M.E. und O. L. ZANGWILL: Dysphasie in left-handed patients with unilateral brain lesions. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1952, 15, 184-193.

IHINGER, R.F.: Some relationships among laterality groups at three grade levels in performances on the California Achievement Test. California Ass. School Psychol., Los Angeles, 1963, 70-74.

INGLIS, J.: Effect of age on response to dichotic stimulation. Nature, 1962, 194, 1101.

INGLIS, J.: Dichotic stimulation, temporal-lobe damage, and the perception and storage of auditory stimuli - a note on Kimura's findings. Canad. J. Psychol., 1962, 16, 11-17.

INGLIS, J.: Influence of motivation, perception and attention on age-related changes in short-term memory. Nature, 1964, 204, 103-104.

INGLIS, J.: Dichotic listening and cerebral dominance. Acta Otolaryng. (Stockholm), 1965, 60, 231-238.

INGLIS, J. und R.E. SANDERSON: Successive responses to simultaneous stimulation in elderly patients with memory disorder. J. abnorm. soc. Psychol., 1961, 62, 709-712.

INGLIS, J. und W.K. CAIRD: Age differences in successive responses to simultaneous stimulation. Canad. J. Psychol., 1963, 17, 98-105.

INGLIS, J. und Mary ANKUS: Effects of age on short-term storage and serial rote learning. Brit. J. Psychol., 1965, 56, 183.

INGLIS, J. und C. L. TANSEY: Age differences in dichotic-listening performance. J. Psychol., 1967, 66, 325-332.

INGLIS, J. und D. H. SYKES: Some sources of variation in dichotic listening in children. J. exp. Child Psychol., 1967, 5, 480-488.

INGRAM, Diana: Cerebral speech lateralization in young children. Neuropsychologia, 1975, 13, 103-105.

INGVAR, D.H. und I. RISBERG: Increase of regional cerebral blood flow during mental effort in normals and in patients with focal brain disorders. Expl. Brain Res., 1967, 3, 195-211.

INGVAR, D.H., OBRIST, W., CHIVIAN, E., CRONQVIST, S., RISBERG, J., GUSTAFSON, L., HAGERDAL, M. und G. WITTOM-CIGEN: General and regional abnormalities of cerebral blood flow in senile and "presenile" dementia. Scand. J. clin. Lab. Invest., 1968, 102. (Suppl.)

JACKSON, J.H.: On the nature of the duality of the brain. In: JACKSON, J. H.: Selected writings II. London, 1932.

JACKSON, J.H.: On affections of speech from disease of the brain. Brain, 1878, 1, 304-330 und Brain, 1879, 2, 203-222.

JACOBI, P., LEISER, E. und P.-A. FISCHER: Zum Problem multipler statistischer Tests bei der neuropsychologischen Untersuchung von Hirngeschädigten. Arch. Psychol., 1971, 123, 251-267.

JEEVES, M.A. und N.F. DIXON: Hemispheric differences in response rates to visual stimuli. Psychon. Sci., 1970, 20, 249-251.

JERGER, J.F., CARHART, R., TILLMAN, T.W. und J.L. PETERSON: Some relations between normal hearing for pure tones and for speech. J. speech hear. Res., 1959, 2, 126-140.

JOHNSON, W. und V.L. BISELL: Iowa hand usage dextrality quotients of one hundred high-school students. J. educ. Psychol., 1940, 31, 148-152.

JOHNSON, W. und D. DUKE: Revised Iowa hand usage dextrality quotients of six-year-olds. J. educ. Psychol., 1940, 31, 45-52.

JOHNSON, D.J. und H. R. MYKLEBUST: Lernschwächen. Stuttgart, 1971.

JONES, H.E.: Dextrality as a function of age. J. exp. Psychol., 1931, 14, 125-143.

JONES, R.K.: Observations on stammering after localized cerebral injury. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1966, 29, 192-195.

JONYT, R.J.: Paul Pierre Broca: his contribution to the knowledge of aphasia. Cortex, 1964, 1, 206-213.

KARP, E., BELMONT, I. und H. G. BIRCH: Delayed sensory-motor processing following cerebral damage. Cortex, 1971, 7, 419-425.

KARASSEVA, T.A.: The role of the temporal lobe in human autitory perception. Neuropsychologia, 1972, 10, 227-231.

KARP, E. und H. G. BIRCH: Hemispheric differences in reaction time to verbal and non-verbal-stimuli. Percept. mot. Skills, 1969, 29, 475-480.

JUNG, R.: Das EEG und seine klinische Anwendung. II. Nervenarzt, 1941, 14, 57-70.

KASS, C.E.: Psycholinguistic disabilities of children with reading problems. Except. Child., 1966, 32, 533-539.

KATZIN, B.E., CORBALLIS, M.C. und R.S. LOCKHART: Attentional strategies in dichotic listening. Canad. J. Psychol., 1972, 26, 207-218.

KENNARD, M.A. und L. ECTORS: Forced circling in monkeys following lesions of frontal lobe. J. Neurophysiol., 1938, 1, 45-54.

KEREKJARTO, Margit v. und G. SCHMIDT: Faktorenanalyse des Hamburg-Wechsler-Intelligenz-Tests für Kinder(HAWIK). Diagnostica, 1962, 8, 95-110.

KERSCHENSTEINER, M., HARTJE, W., ORGASS, B. und K. POECK: The recognition of simple and complex realistic figures in patients with unilateral brain lesions. Arch. Psychiat. Nervenkr., 1972, 216, 188-200.

KERSHNER, J.: Children's aquisition of visuo-spatial dimensionality: a conversation study. Develop., Psychol., 1971, 5, 452-456.

KERSHNER, J. und A. GWAN-RONG JENG: Dual functional asymmetry in visual perception: effects of ocular dominance and postexposural processes. Neuropsychologia, 1972, 10, 437-445.

KIMURA, Doreen: Effect of letter position on recognition. Canad. J. Psychol., 1959, 13, 1-10.

KIMURA, Doreen: The effect of temporal-lobe damage on auditory perception. Canad. J. Psychol., 1961, 15, 156-165.

KIMURA, Doreen: Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. Canad. J. Psychol., 1961, 15, 166-171.

KIMURA, Doreen: Perceptual and memory functions of the left temporal lobe - a reply to Dr. Inglis. Canad. J. Psychol., 1962, 16, 18-22.

KIMURA, Doreen: Speech lateralization in young children as determined by an auditory test. J. comp. physiol. Psychol., 1963, 56, 899-902.

KIMURA, Doreen: Right temporal-lobe damage. Arch. Neurol. 1963, 8, 264-271.

KIMURA, Dorren: Left-right differences in the perception of melodies. Quart. J. exp. Psychol., 1964, 16, 355-358.

KIMURA, Doreen: Dual functional asymmetry of the brain in visual perception. Neuropsychologia, 1966, 4, 275-285.

KIMURA, Doreen: Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. Cortex, 1967, 3, 163-178.

KIMURA, Doreen: Spatial localization in left and right visual fields. Canad. J. Psychol., 1969, 23, 445-458.

KIMURA, Doreen: Manual activity during speaking - I. Right-handers. Neuropsychologia, 1973, 11, 45-50.

KIMURA, Doreen: Manual activity during speaking - II. Left-handers. Neuropsychologia, 1973, 11, 51-55.

KIMURA, Doreen und S. FOLB: Neural processing of backwards speech sounds. Science, 1968, 161, 395-396.

KIMURA, Doreen und C. V. VANDERWOLF: The relation between hand preference and the performance of individual finger movements by left and right hand. Brain, 1970, 93, 769-774.

KINSBOURNE, M. und E.K. WARRINGTON: A variety of reading disability associated with right hemisphere lesions. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1966, 25, 339-344.

KINSBOURNE, M.: The cerebral basis of lateral asymmetries in attention. In: Attention and performance (Hrsg. A. F. SANDERS), Amsterdam, 1970.

KINSBOURNE, M.: The minor cerebral hemisphere as a source of aphasic speech. Arch. Neurol., 1971, 25, 302-306.

KINSBOURNE, M.: Cognitive deficit: experimental analysis. In: Psychobiology (Hrsg. J.L. McGOUGH), New York, 1971.

KINSBOURNE, M.: A model for the mechanism of unilateral neglect of space. Trans. Amer. Neurol. Ass., 1970, 95, 143-145.

KINSBOURNE, M.: Eye and head turning indicates cerebral lateralization. Science, 1972, 176, 539-541.

KINSBOURNE, M.: Direction of gaze and distribution of cerebral thought processes. Neuropsychologia, 1974, 12, 279-281.

KIPHARD, E.J. und M. HUPPERTZ: Erziehung durch Bewegung. Leibesübung mit behinderten Kindern. Bad Godesberg, 1968.

KIPHARD, E.J.: Sensumotorisches Frühtraining in der Behindertenpädagogik. Z. Heilpäd., 1971, 22, 247-255.

KIRCHHOFF, H.: Über die Linkshändigkeit. Schule und Psychologie, 1956, 3, 143-154.

KIRCHHOFF, H. und G. SCHIMMING: Linkshändigkeit und die verbale Lese-Rechtschreibschwäche. Psychol. Rundschau, 1958, 9, 256-272.

KIRSTEIN, E. und D. P. SHANKWEILER: Selective listening for dichotically presented consonants and vowels. Paper 40. Annual Meet. East. Psychol. Ass., Philadelphia, 1969.

KISTLER, K.: Linkshändigkeit und Sprachstörungen. Schweiz. Med. Wschr., 1930, 2.

KLATZKY, R.L.: Interhemispheric transfer of test stimulus representations in memory scanning. Psychon. Sci., 21, 201-203.

KLATZKY, R.L.: Visual and verbal coding of laterally presented pictures. J. exp. Psychol., 1972, 96, 439-448.

KLATZKY, R.L. und R.C. ATKINSON: Specialization of the cerebral hemispheres in scanning for information in short-term memory. Percept. Psychophys., 1971, 10, 335-338.

KLEINE, T.O.: Biochemie des Gedächtnisses. Nervenarzt, 1971, 42, 185-193.

KLEINER, D.: Jugendpsychiatrische Erfahrungen. In: Lese- und Rechtschreibschwäche bei Schulkindern (Hrsg. K.-H. INGENKAMP), Weinheim, 1965.

KLEIST, K.: Der Gang und der gegenwärtige Stand der Apraxie-forschung. Erg. Neurol. Psychiat., 1912, 1, 342-452.

KLEIST, K.: Gehirnpathologie. Vornehmlich auf Grund der Kriegs-erfahrungen. Leipzig, 1934.

KLEIST, K.: Der Bau- und Funktionsplan der Großhirnrinde. Nervenarzt, 1934, 7, 329-334.

KLOOS, G.: Grundriß der Psychiatrie und Neurologie. München, 1968.

KLØVE, H.: Relationships of differential electroencephalographic patterns to distribution of Wechsler-Bellevue scores. Neurology, 1959, 9, 871-876.

KNABE, G.: Multidimensionale experimentelle Analysen des Legasthenie-Syndroms. Z. exp. angew. Psychol., 1969, 16, 570-612.

KNOX, C. und Doreen KIMURA: Cerebral processing of nonverbal sounds in boys and girls. Neuropsychologia, 1970, 8, 227 - 237.

KNOX, A.W. und D.R. BOONE: Auditory laterality and tested handedness. Cortex, 1970, 6, 164-173.

KOCEL, K., GALIN, D., ORNSTEIN, R. und E.L. MERRIN: Lateral eye movement and cognitive mode. Psychon. Sci., 1972, 27, 223-224.

KODAMA, K.: Beiträge zur Anatomie des Zentralnervensystems der Japaner. VIII. Insula Reilii. Folia Anat. Jap., 1934, 12, 423-444.

KOHLER, I.: Über Aufbau und Wandlungen der Wahrnehmungswelt. Wien, 1951.

KOHLMANN, T.: Zum psychologischen und pädagogischen Problem der Linkshändigkeit. Wiener Z. Nervenheilkunde, 1950, 3, 89-100.

KOHN, B. und M. DENNIS: Selective impairments of visuo-spatial abilities in infantile hemiplegics after right cerebral hemidecortication. Neuropsychologia, 1974, 12, 505-512.

KORNMANN, R.: Hirnschädigung und fehlende Schulreife. Berlin, 1971.

KORNMANN, R., BRAUCH, L., HILS, U., RIEMER, C. und V. SCHWENDER: Präferenz- und Leistungsdominanz der Hände bei lernbehinderten Sonderschülern, Legasthenikern und Grundschülern. Z. Heilpäd., 1974, 25, 147-156.

KORNMANN, R. und E. MÜLLER-EDENBORN: Normverschiebung oder diagnostisch relevante Testprofile beim HAWIK? Pr. Kinderpsychol., 1975, 24, 48-51.

KOTLAREK, F.: Das unterschätzte Neugeborene. Nervenarzt, 1973, 44, 471-475.

KOTTENHOF, H.: Was ist richtiges Sehen mit Umkehrbrillen, und in welchem Sinne stellt sich das Sehen um. Psychologia Universalis 5, Meisenheim am Glan, 1961.

KOVAC, D. und G. HORKOVIC: On the problem of lateral dominance. Studia Psychologia, 1966, 8, 28-45.

KRAMER, Josefine: Linkshändigkeit. Solothurn, 1970.

KREINDLER, A.: Neuere Forschungsrichtungen auf dem Gebiet der Aphasie. Nervenarzt, 1968, 39, 145-152.

KRETZ, V., SUCHENWIRTH, R. und U. FERNER: Händigkeit in Abhängigkeit vom Lebensalter. Neuropsychologia, 1970, 8, 215-226.

KRYNAUW, R.A.: Infantile hemiplegia treated by removing one cerebral hemisphere. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1950, 13, 243-267.

LANGWORTHY, O.R.: 1933. zit. n. WITTLING, W.W. 1973.

LANSDELL, H.: Laterality of verbal intelligence in the brain. Science, 1962, 135, 922-923.

LANSDELL, H.: A sex difference in effect of temporal-lobe neurosurgery on design preference. Nature, 1962, 194, 852-854.

LANSDELL, H.: Verbal and non-verbal factors in right-hemisphere speech: relation to early neurological history. J. comp. physiol. Psychol., 1969, 69, 734-738.

LASHLEY, K.S.: Brain mechanisms and intelligence. New York, 1929.

LEBRUN, Y.: Die unterwertige Hirnhälfte und die Sprache. Nervenarzt, 1974, 45, 510- 513.

LEBRUN, Y. und S. RUBIO: Rêduplications et omissions graphiques chez des patients atteints d' une lêsion hêmisphêrique droite. Neuropsychologia,1972, 10, 249-251.

LEHMAN, R.A.W.: Hand preference and cerebral predominance in 24 rhesus monkeys. J. neurol. Sci., 1970, 10, 185-192.

LEISCHNER, A.: Die "Aphasie" der Taubstummen. Arch. Psychiat. Nervenkr., 1943, 115, 469-548.

LEISCHNER, A.: Zur Symptomatologie und Therapie der Aphasie. Nervenarzt, 1960, 31, 60.

LEISCHNER, A.: Die Psychiatrie der dominanten Hemisphäre. Nervenarzt, 1963, 34, 303-307.

LEISCHNER, A.: Über den Verlauf und die Einteilung der aphasischen Syndrome. Arch. Psychiat. Nervenkr., 1972, 216, 219-231.

LEISER-EGGERT, Anneliese: Methodische und statistische Untersuchungen zum Problem der Lateralisation. Z. exp. angew. Psychol., 1954, 2, 239-267.

LEMERT, Z.M.: Stuttering and social structure, in two pacific societies. J. speech hear. Res., 1962, 27, 1-3.

LEONTJEW, A.N.: Der historische Aspekt bei der Untersuchung der menschlichen Psyche. In: Ergebnisse der sowjetischen Psychologie (Hrsg. H. HIEBSCH), Stuttgart, 1969.

LEVY, J.: Possible basis for the evolution of lateral specialization of human brain. Nature, 1969, 224, 614-615.

LEVY-AGRESTI, J. und R.W. SPERRY: Differential perceptual capacities in major and minor hemispheres. Proc. National Academy Sciences, 1968, 61, 1151.

LEVY, J. und T.A. NAGYLAKI: A model for the genetics of handedness. Genetics, 1972, 72, 117-128.

LIBERMAN, A.M.: The grammars of speech and language. Cognit. Psychol., 1970, 1, 301-323.

LIENERT, G.A. und Christa FABER: Über die Faktorenstruktur des HAWIK auf verschiedenen Alters- und Intelligenzniveaus. Diagnostica, 1963, 9, 3-11.

LIEPMANN, H.: Das Krankheitsbild der Apraxie. Mschr. Psychiat., 1900, 8, 15-44, 102-132 und 182-197.

LIEPMANN, H.: Die linke Hemisphäre und das Handeln. Münchner Med. Wschr., 1905, 49, 2375-2378.

LIEPMANN, H.: Drei Aufsätze aus dem Apraxiegebiet. Berlin, 1908.

LINDSLEY, D.B.: Bilateral differences in brain potentials from the two cerebral hemispheres in relation to laterality and stuttering. J. exp. Psychol., 1940, 26, 211-225.

LINSENER, J. und H.-J. LINSENER: Untersuchungen zum LEE-Effekt I. Zur Klassifizierung von Sprachfehlern bei verzögerter Rückmeldung der Lautsprache. Z. Psychol., 1963, 168, 26-58.

LISKE, E., HUGHES, H.M. und D.E. STOWE: Cross-correlation of human alpha activity: normative data. EEG clin. Neurophysiol., 1967, 22, 429-436.

LORDAHL, D.S., KLEINMANN, K.M., LEVY, B., MASSOTH, N.A., PESSIN, M.S., STORANDT, M., TUCKER, R. und J.M. VANDERPLAS: Deficits in recognition of random shapes with changed visual fields. Psychon. Sci., 1965, 3, 245-246.

LOVELL, K. und A. GORTON: A study of some differences between backward and normal readers of average intelligence. Brit. J. educ. Psychol., 1968, 36, 240-248.

LOW, M.D., COATS, A.C., RETTIG, G.M. und J.W. McSHERRY: Anxiety, attentiveness-alertness: a phenomenological study of the CNV. Neuropsychologia, 1967, 5, 379-384.

LOWE, S.S., CULLEN, J.K., BERLIN, C.I., THOMPSON, C.L. und M.E. WILLET: Perception of simultaneous dichotic and monotic monosyllables. J. speech hear. Res., 1970, 13, 812-822.

LUDWIG, W.: Das Rechts-links-Problem im Tierreich und beim Menschen. Berlin, 1932.

LUESSENHOP, A.J., BOGGS, J.S., LABORWIT, L.J. und E.L. WALLE: Cerebral dominance in stutterers determined by Wada testing. Neurology, 1973, 23, 1190-1192.

LULLIES, H.: Physiologie II. Köln, 1966.

LURIA, A.R.: Traumatic aphasia. Moskau, 1947.

LURIA, A.R.: Restoration of functions after brain trauma. Oxford, 1963.

LURIA, A.R.: Neuropsychological analysis of focal brain lesions. In: Handbook of clinical Psychology, New York, 1965.

LURIA, A.R.: Higher cortical functions in man. New York, 1966.

LURIA, A.R.: dtsch.: Die höheren Kortikalen Funktionen des Menschen und ihre Störungen bei örtlichen Hirnschädigungen. Berlin, 1970.

LYNN, J.G. und D. R. LYNN: Face-hand laterality in relation to personality. J. abn. soc. Psychol., 1938, 33, 291-322.

LYNN, J.G. und D.R. LYNN: Smile and hand dominance in relation to basic modes of adaptation. J. abn. soc. Psychol., 1943, 28, 250-276.

MACALISTER, C.J.: Left-handedness: some of its associations. Lancet, 1934, 1151-1153.

MacKAVEY, W., CURCIO, F. und J. ROSEN: Tachistoscopic word recognition performance under conditions of simultaneous bilateral presentation. Neuropsychologia, 1975, 13, 27-33.

MACKENZIE, A.J.: A factor analysis of modified span memory tests. Austr. J. Psychol., 1972, 24, 19-30.

MALMQUIST, E.: Factors related to reading disabilities in the first grade of elementary school. Dissertation Uppsala, 1958.

MARCEL, T., KATZ, L. und M. SMITH: Laterality and reading proficiency. Neuropsychologia, 1974, 12, 131-139.

MARCIE, P., HECAEN, H., DUBOIS, J. und R. ANGELERGUES: Les réalisation du langage chez les malades atteints de lésions de l'hémisphère droit. Neuropsychologia, 1965, 3, 217-245.

MARCIE, P.: Revision de la question de l'aphasie: la troisième cinconvolution frontale gauche ne joue aucun rôle spécial dans la fonction du langage. Sem. méd., 1906, 21, 241-247.

MARSHALL, J.C., CAPLAN, D. und J. M. HOLMES: The measure of laterality. Neuropsychologia, 1975, 13, 315-321.

MARTINIUS, J. und Z. B. HOOVEY: Bilateral synchrony of occipital alpha waves, oculomotor activity and "attention" in children. EEG clin. Neurophysiol., 1972, 32, 349.

MARTINIUS, J.: Hemisphärendominanz und Lateralität. Klin. Wschr., 1974, 52, 353-357.

MATSUMIYA, Y., TAGLIASCO, V., LOMBROSO, C.T. und H. GOODGLASS: Auditory evoked responses: meaningfulness of stimuli and interhemispheric asymmetry. Science, 1972, 175, 790-792.

MATTHEWS, C.G. und R.M. REITAN: Correlations of Wechsler-Bellevue rank orders of subtest means in lateralized and non-lateralized brain-damaged groups. Percept. mot. Skills, 1964, 19, 391-399.

MAXWELL, A.E.: A factor analysis of the Wechsler intelligence scale for children. Brit. J. educ. Psychol., 1959, 29, 237-241.

MEIER, M.J. und L.A. FRENCH: Lateralized deficits in complex visual discrimination and bilateral transfer of reminiscence following unilateral temporal lobectomy. Neuropsychologia, 1965, 3, 261-272.

MEINHARDT, J.: Differentialdiagnose von Lernstörungen. Diagnostik, 1975, 8, 408-412.

MERRELL, D.J.: Dominance of eye and hand. Human. Biol., 1957, 29, 314-328.

MEWHORT, D.J.K., THIO, H. und A.C. BIRKENMAYER: Processing capacity and switching attention in dichotic listening. Canad. J. Psychol., 1971, 25, 111-129.

MEYER, V. und H.G. JONES: Patterns of cognitive test performance as functions of the lateral localization of cerebral abnormalities in the temporal lobe. J. ment. Sci., 1957, 103, 758-772.

MEYER, V.: Critique of psychological approaches to brain damage. J. ment. Sci., 1957, 103, 80-109.

MEYER, V.: Psychological effects of brain damage. In: Handbook of abnormal Psychology (Hrsg. H. J. EYSENCK), New York, 1961.

MEYER, V. und A.J. YATES: Intellectual changes following temporal lobectomy for psychomotor epilepsy. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1955, 18, 44-52.

MEYER-EPPLER, W. und R. LUCHSINGER: Beobachtungen bei der verzögerten Rückkoppelung der Sprache. Folia phoniatrica, 1955, 7, 18-34.

McADAM, D.W. und H.A. WHITAKER: Language production. Electroencephalographic localization in the normal brain. Science, 1971, 172, 499-502.

McFIE, J.: Psychological testing in clinical neurology. J. nerv. ment. Dis., 1960, 131, 383-393.

McFIE, J.: Recent advances in phrenology. Lancet, 1961, 360-363.

McFIE, J.: The effect of hemispherectomy on intellectual functioning in cases of infantile hemiplegia. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1961, 24, 240-249.

McFIE, J.: Intellectual impairment in children with localized post-infantile cerebral lesions. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1961, 24, 361-365.

McFIE, J. und M.F. PIERCY: Intellectual impairment with localized cerebral lesions. Brain, 1952, 75, 292-311.

McFIE, J., PIERCY, M.F. und O.L. ZANGWILL: Visual spatial agnosia associated with lesions of the right hemisphere. Brain, 1950, 73, 167-190.

McGLONE, Jeanette und Wilda DAVIDSON: The relation between cerebral speech laterality and spatial ability with special reference to sex and hand preference. Neuropsychologia, 1973, 11, 105-113.

McKEEVER, W.F. und M.D. HULING: Left-cerebral hemisphere superiority in tachistoscopic word-recognition performances. Percept. mot. Skills, 1970, 25, 763-766.

McKEEVER, W.F. und M.D. HULING: Lateral dominance in tachistoscopic word recognition performances obtained with simultaneous bilateral input. Neuropsychologia, 1971, 9, 15-20.

McKEEVER, W.F. und M.D. HULING: Bilateral tachistoscopic word recognition as a function of hemisphere stimulated and interhemispheric transfer time. Neuropsychologia, 1971, 9, 281-288.

McKINNEY, J.P.: Handedness, eyedness and perceptual stability of the left and right visual fields. Neuropsychologia, 1967, 5, 339-344.

McRAE, D.L., BRANCH, C.L. und B. MILNER: The occipital horns and cerebral dominance. Neurol., 1968, 18, 95-98.

MILLER, E.: Handedness and the pattern of human ability. Brit. J. Psychol., 1971, 62, 111-112.

MILLER, G.A., BRUNER, J.S. und L. POSTMAN: Familiarity of letter sequences and tachistiscopic identification. J. general Psychol., 1954, 50, 129-139.

MILNER, Brenda: Psychological deficits produced by temporal-lobe excision. Proc. Ass. Res. nerv. ment. Dis., 1958, 37, 244-257.

MILNER, Brenda: Laterality effects in audition. In: Interhemispheric relations and cerebral dominance (Hrsg. V. B. MOUNTCASTLE), Baltimore, 1962.

MILNER, Brenda: Some effects of frontal lobectomy in man. In: The frontal granular cortex and behavior (Hrsg. WARREN, J. und K. AKERT), New YORK, 1964.

MILNER, Brenda: Brain mechanisms suggested by studies of temporal lobes. In: Brain mechanisms underlying speech and language (Hrsg. F.L. DARLEY), New YORK, 1967.

MILNER, Brenda: Residual intellectual and memory deficits after head injury. In: The late effects of head injury (Hrsg. WALKER, E., CAVENESS, W. und M. CRITCHLEY), Springfield-Illinois, 1969).

MILNER, Brenda, BRANCH, C. und T. RASMUSSEN: Evidence for bilateral speech representation in some non-right-handers. Trans. amer.neurol. Ass., 1966, 306-308.

MILNER, Brenda, TAYLOR, L. und R.W. SPERRY: Lateralized supression of dichotically presented digits after sommissural section in man. Science, 1968, 161, 184-186.

MINAGACCI, R.L.: Visual perceptual behavior of brain-damaged and retarded children. Dissertation Abstracts, 1966, 1664-1665.

MISHKIN, M. und D. G. FORGAYS: Word recognition as a function of retinal locus. J. exp. Psychol., 1952, 43, 43-48.

MORGAN, A.H., McDONALD, P.J. und H. McDONALD: Differences in bilateral alpha activity as a function of experimental task, with a note on lateral eye movements and hypnotizability. Neuropsychologia, 1971, 9, 459-469.

MORRELL, L.K. und J.G. SALAMY: Hemispheric asymmetry of electrocortical responses to speech stimuli. Science, 1971, 174, 155-164.

MORRIS, J.M. (Hrsg.): Standards and progress in reading. London, 1966.

MOSCOVITCH, M.: Choice reaction-time study assessing the verbal behavior of the minor hemisphere in normal adult humans. J. comp. physiol. Psychol ., 1972, 80, 66-74.

MOSCOVITCH, M. und J. CATLIN: Interhemispheric transmission of information: measurement in normal man. Psychon. Sci., 1970, 18, 211-213.

MOSSE, Hilde: Zur Ätiologie und Symptomatik der Legasthenie. In: Lese- und Rechtschreibschwäche bei Schulkindern. (Hrsg. K.-H. INGENKAMP), Weinheim, 1965.

MOTT, F.W. und E.A. SHAFER: On associated eye movements produced by cortical faradization of the monkey's brain. Brain, 1890, 13, 165-173.

MUEHL, S.: Relation between word-recognition errors and hand-eye preference in preschool children. J. educ. Psychol., 1963, 54, 316-321.

MÜLLER, K.D.: Hilfen zur Psychohygiene bei Linkshändern. Z. Heilpäd., 1972, 23, 606-615.

MÜNCH, R. und M. SCHMID: Konventionalismus und empirische Forschungspraxis. In: Kritik der kritischen Psychologie (Hrsg. ALBERT, H. und H. KEUTH), Hamburg 1973.

MÜNCH, R.: Kritizismus, Konstruktivismus, Marxismus. In: Kritik der kritischen Psychologie (Hrsg. ALBERT, H. und H. KEUTH), Hamburg, 1973.

MUNK, H.: Über die Stirnlappen des Großhirns. Ber. königl. preuss. Akad. Wiss., Berlin, 1882.

MUNK, H.: Über die zentralen Organe für das Sehen und das Hören bei den Wirbeltieren. Ber. königl. preuss. Akad. Wiss., Berlin 1883.

MUNZ, A. und A. TOLOR: Psychological effects of major cerebral excision: intellectual and emotional changes following hemispherectomy. J. nerv. ment. Dis., 1955, 121, 438-443.

MURAM, D. und A. CARMON: Behavioral properties of somatosensory-motor interhemispheric transfer. J. exp. Psychol., 1972, 94, 225-230.

MYERS, J.L.: Functions of corpus callosum in interocular transfer. Brain, 1956, 79, 358-363.

MYERS, R.E.: Corpus callosum and interhemispheric communication. Fed. Proc., 1957, 16, 398.

MYERS, R.E.: Corpus callosum and visual gnosis. In: Brain mechanism and learning. Oxford, 1961.

MYERS, R.E. und R.W. SPERRY: Interocular transfer of a visual form discrimination habit in cats after section of the optic chiasm and corpus callosum. Anat. Res., 1953, 115, 351-352.

MYERS, R.E. und R.W. SPERRY: Interhemispheric communication through the corpus callosum. Arch. Neurol. Psychiat., 1958, 80, 298-303.

NADOLECZNY, M.: Kurzes Lehrbuch der Sprach- und Stimmheilkunde

mit besonderer Berücksichtigung des Kindesalters. Leipzig, 1929.

NAGAFUCHI, M.: Development of dichotic and monaural hearing abilities in young children. Acta Otolaryng., 1970, 69, 409-414.

NEBES, R.: Handedness and the perception of part-whole relationship. Cortex, 1971, 7, 350-356.

NEBES, R.D.: Perception of spatial relationship by the right and left hemispheres in commissurotomized man. Neuropsychologia, 1973, 11, 285-289.

NEBES, R.D. und R.W. SPERRY: Hemispheric deconnection syndrome with cerebral birth injury in the dominant arm area. Neuropsychologia, 1971, 9, 247-259.

NETLEY, C.: Dichotic listening performance of hemispherectomized patients. Neuropsychologia, 1972, 10, 233-240.

NEWCOMBE, F. und J.C. MARSHALL: Immediate recall of sentences by subjects with unilateral cerebral lesions. Neuropsychologia, 1967, 5, 329-334.

NEWCOMBE, F. und R. RUSSELL: Dissociated visual perceptual and spatial deficits in focal lesions of the right hemisphere. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1969, 32, 73-81.

NIELSEN, J. M.: Agnosia, apraxia, aphasia: their value in cerebral localization. New York, 1946.

NORRIS, H.: The W.I.S.C. and diagnosis of brain damage. Dissertation London, 1960.

NUTZHORN, H.: Untersuchungen zum Rechts-Links-Problem. Dissertation Braunschweig, 1952.

OBRADOR, S.: Nervous integration after hemispherectomy in man. In: Cerebral localization and organization (Hrsg. SCHALTENBRAND, G. und C.N. WOOLSEY), Madison, 1964.

OBRADOR, S., CARRASCOSA, R. und J. CABONELL: Study of some motor syndromes (rigidity, tremor, spasticity and hemidecortication) by the carotid amytal test. J. Neurosurg., 1961, 28, 507-512.

OBRIST, W.D., CHIVIAN, E., CRONQVIST, S. und D.H. INGVAR: Regional cerebral blood flow in senile and presenile dementia. Neurol., 1970, 20, 315-322.

OCHS, S.: Neuronal mechanisms of cerebral cortex. In: Frontiers in physiological psychology (Hrsg. R.W. RUSSELL), London, 1966.

OGLE, W.: Aphasia and agraphia. St. George's Hosp. Rep., 1867, 2, 83-122.

OGLE, W.: On dextral pre-eminence. Med. chir. Trans., 1871, 35, 279-301.

OLDFIELD, R.C.: The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh Inventory. Neuropsychologia, 1971, 9, 97-113.

OLESEN, J.: Contralateral focal increase of cerebral blood flow in man during arm work. Brain, 1971, 94, 635-646.

OLLER-DAURELLA, L. und E. MASO-SUBIRANA: Semiologia clinica y EEG de la lateralidad preferencial. VIII. Congreso Nacional de Neuro-Psiquiatria, 1965.

OLSON, Madelyn E.: Laterality differences in tachistoscopic word recognition in normal and delayed readers in elementary school. Neuropsychologia, 1973, 11, 343-350.

ORBACH, J.: Retinal locus as a factor in the recognition of visual perceived words. Amer. J. Psychol., 1952, 68, 555-562.

ORBACH, J.: Differential recognition of hebrew words in right and left visual fields as a function of cerebral dominance and reading habits. Neuropsychologia, 1967, 5, 127-134.

ORGASS, B. und K. POECK: Aphasieprüfung mit psychometrischen Verfahren. Nervenarzt, 1969, 40, 116-121.

ORTON, S.T.: Word blindness in school children. Arch. Neurol. Psychiat., 1925, 14, 581-615.

ORTON, S.T.: Certain failures in the aquisition of written language: their bearing on the problem of cerebral dominance. Arch. Neurol. Psychiat., 1929, 22, 814-850.

ORTON, S.T.: Reading, writing and speech problems in children. New York, 1937.

OTTO, E. und U. KOBRYN: Asymmetrien der prozentualen Ausprägung und maximalen Spannungshöhe der 8/s-...13/s Wellen in homologen Ableitungsbereichen des EEG gesunder Menschen (Altersgruppe 21. bis 25. Lebensjahr). Psychiat. Neurol. med. Psychol., 1969, 21, 287-298.

OVERTON, W. und M. WIENER: Visual field position and word recognition threshold. J. exp. Psychol., 1966, 71, 249-253.

OXBURY, S., OXBURY, J. und J. GARDINER: Laterality effects in dichotic listening. Nature, 1967, 214, 742-743.

OXBURY, J. und M. OXBURY: Effects of temporal lobectomy on the report of dichotically presented digits. Cortex, 1969, 5, 1-14.

PALMER, R.D.: Hand differentiation and psychological functioning. J. Personality, 1963, 31, 445-461.

PALMER, R.D.: Development of a differentiated handedness. Psychol. Bull., 1964, 62, 257-272.

PALMER, R.D.: Cerebral dominance and auditory asymmetry. J. Psychol., 1964, 58, 157-167.

PALVÖLGYI, R.: Die Messung der regionalen Hirndurchblutung mittels intraarterieller Xenon-133-Injektion beim Menschen. Arch. Psychiat. Nervenkr., 1968, 211, 8-28.

PAMPUS, I. und S. WEINMANN: Psychopathometrische Verlaufsuntersuchungen bei Hirn verletzten. 1. Symposion über Angewandte Psychopathometrie 1973. In: Janssen Symposien, Bd. 8, Düsseldorf o.J.

PARSONS, O.A., VEGA, A. und J. BURN: Different psychological effects of lateralized brain damage. J. consult. clin. Psychol., 1969, 33, 551-557.

PASSIAN, J., SUCHENWIRTH, R. und U. FERNER: Die Lateralisation der manuellen Leistung in Abhängigkeit vom Lebensalter. Fortschr. Neurol. Psychiat., 1969, 37, 319-331.

PATERSON, A. und O. L. ZANGWILL: Disorders of visual space perception associated with lesions of the right cerebral hemisphere. Brain, 1944, 67, 331-358.

PATTON, H.D., TOWE, A.L. und T.T. KENNEDY: Activation of pyramidal tract neurons by ipsilateral cutaneous stimuli. J. Neurophysiol., 1962, 25, 501-524.

PAULSON, O.B., CRONQVIST, S., RISBERG, J. und F.I. JEPPESEN: Regional cerebral blood flow: a comparison of 8-detector and 16-detector instrumentation. J. nucl. Med., 1969, 10, 164-173.

PAULSON, O.B.: Regional cerebral blood flow in apoplexy due to occlusion of the middle cerebral artery. Neurology, 1970, 20, 63-77.

PENFIELD, W. und L. ROBERTS: Speech and brain mechanism. Princeton, New Yersey, 1959.

PENNINGTON, H., GALLIANI, C.A. und G.E. VOGELE: Unilateral EEG-dysrhythmia and childrens intelligence. Child Develpm., 1965, 36, 539-546.

PERITZ, G.: Zur Psychopathologie des Rechnens. Dtsch. Z. Nervenkr., 1918, 61, 234-340.

PERLO, V.P. und E.T. RAK: Developmental dyslexia in adults. Neurology, 1971, 21, 1231-1235.

PERRET, E.: Funktionelle Asymmetrie der Großhirnhemisphären. Schweiz. Z. Psychol., 1968, 27, 234-242.

PERRET, E.: Hirndominanz, kortikale Asymmetrie und subkortikale Symmetrie. Schw. Arch. Neurol. Neurochir. Psychiat., 1969, 103, 413-415.

PERRET, E., SIMEON, G. und W. HUGENSCHMIDT: Dominances hémisphériques cérébrales et perception simultanée de stimuli verbaux et non-verbaux. Schw. Arch. Neurol. Neurochir. Psychiat., 1970, 107, 87-95.

PERRET, E.: Neuropsychologie des Menschen. In: Psychologische Experimente in Psychiatrie, Hirnforschung und Industrie (Hrsg. K. BÄTTIG), Bern, 1970.

PERRET, E., EGGENBERGER, E. und M. KOHENOF: Hirndominanz und mnestische Prozesse. Schw. Arch. Neurol. Neurochir. Psychiat., 1971, 109, 328.

PERRET, E.: Gehirn und Verhalten. Neuropsychologie des Menschen. Bern, 1973.

PERRET, E.: The frontal lobe of man and the suppression of habitual responses in verbal categorical behavior. Neuropsychologia, 1974, 12, 323-330.

PERRIA, L., ROSADINI, G. und G.F. ROSSI: Determination of side of cerebral dominance with amobarbital. Arch. Neurol., 1961, 4, 173.

PETERSON, G.M.: Transfer in handedness in the rat from forced practice. J. comp. physiol., Psychol., 1951, 44, 184-190.

PETERSON, G.M. und D.R. McGIBONEY: Reeducation of handedness in the rat following cerebral injuries. J. comp. physiol. Psychol., 1951, 44, 191-196.

PETERSON, G.M. und D.K. GUCKER: Factors influencing identification of the handedness area in the cerebral cortex of the rat. J. comp. physiol. Psychol., 1959, 52, 279-283.

PFEIFER, R.A. Myelogenetische anatomische Untersuchungen über das cortikale Ende der Hörleitung. Leipzig, 1920.

PFEIFER, R.A.: Pathologie der Hörstrahlung und der cortikalen Hörsphäre. In: Handbuch der Neurologie, 1936.

PICHOT, P.: Klinische Psychologie und medizinische Psychologie - Vorausschau der möglichen Entwicklungen. In: Nervenheilkunde, Rückblick und Ausblick, München, 1973.

PIERCY, M.: Testing for intellectual impairment - some comments on the tests and the testers. J. ment. Sci., 1959, 105, 489-495.

PIERCY, M.: The effects of cerebral lesions on intellectual function: a review of current research trends. Brit. J. Psychiat., 1964, 110, 310-352.

PIERCY, M., HECAEN, H. und J. de AJURIAGUERRA: Constructional apraxia associated with cerebral lesions. Brain, 1960, 83, 225-242.

PIERCY, M. und V.O. G. SMYTH: Right hemisphere dominance for certain non-verbal intellectual skills. Brain, 1962, 85, 775-790.

POECK, K.: Einführung in die klinische Neurologie. Berlin, 1966.

POECK, K.: Die funktionelle Asymmetrie der beiden Hirnhemisphären. Dtsch. Med. Wschr., 1968, 47, 2282-2287.

POECK, K., KERSCHENSTEINER, M., HARTJE, W. und B. ORGASS: Impairment in visual recognition of geometric figures in patients with circumscribed retrolandic brain lesions. Neuropsychologia, 1973, 11, 311-317.

PRATT, R.T.C., WARRINGTON, E.K. und A.M. HALLIDAY: Unilateral ECT as a test for cerebral dominance, with a strategy for treating left handers. Brit. J. Psychiat., 1971, 119, 79-83.

PRATT, R.T.C. und E.K. WARRINGTON: The assessment of cerebral dominance with unilateral ECT. Br. J. Psychiat., 1972, 121, 327-328.

PROVINS, K.A. und P. CUNLIFFE: The reliability of some motor perforance tests of handedness. Neuropsychologia, 1972, 10, 199-206.

PROVINS, K.A. und M.A. JEEVES: Hemisphere differences in response time to simple auditory stimuli. Neuropsychologia, 1975, 13, 207-211.

PRÜSSING, O.: Tachistoskopische Untersuchungen bei hirngeschädigten Kindern und Erwachsenen. Dissertation Leipzig, 1964.

QUINN, P.T.: Stuttering , cerebral dominance and the dichotic word test. Med. J. Austr., 1972, 2, 639-643.

RACZKOWSKI, D., KALAT, J.W. und R.NEBES: Reliability and validity of some handedness questionnaire items. Neuropsychologia, 1974, 12, 43-47.

RAMIER, A.-M. und H. HECAEN: Rôle respectif des atteintes frontales et de la lateralisation lésionelle dans les déficits de la "fluence verbal". Rev. Neurol., 1970, 123, 17-22.

RANEY, E.T.: Brain potentials and lateral dominance in identical twins. J. exp. Psychol., 1939, 24, 21-39.

REED, J.C. und R.M. REITAN: Verbal and performance differences among brain-injured children with lateralized motor deficits. Percept. mot. Skills, 1969, 29, 747-752.

REINARTZ, A. und O. SEIFART: Profilauswertung des Hamburg-Wechsler-Intelligenztestes für Kinder (HAWIK). Berlin, 1970.

REITAN, R.M.: Certain differential effects of left and right cerebral lesions in human adults. J. comp. physiol. Psychol., 1955, 48, 474-477.

REITAN, R.M.: A research program on the psychological effects of brain lesions in human beings. In: Int. Rev. Res. ment. Retard (Hrsg. N.R. ELLIS), New York, 1966.

REITAN, R.M. und K.B. FITZHUGH: Behavioral deficits in groups with cerebral vascular lesions. J. consult. clin. Psychol., 1971, 37, 215-223.

RETZIUS, G.: Das Menschenhirn. Norstedt u. Soner, 1896.

RETZIUS, G.: Zur Morphologie der Insula Reilii. Biol. Unters., 1902, 10, 15-20.

RIFE, D.C.: Types of dextrality. Psychol. Rev., 1922, 29, 474-480.

RIFE, D.C.: Handedness of twins. Science, 1939, 89, 178-179.

RIFE, D.C.: Handedness, with special reference to twins. Genetics, 1940, 25, 178-186.

RISBERG, J. und D.H. INGVAR: Regional changes in cerebral blood volume during mental activity. Expl. Brain Res., 1968, 5, 77-78.

RIZOLATTI, G., C. UMILTA und G. BERLUCCI: Opposite superiorities of the right and left cerebral hemispheres in discriminative reaction time to physiognomical and alphabetical material. Brain, 1971, 94, 431-442.

ROBERTS, L.: Localization of speech in the cerebral cortex. Trans. Amer. neurol. Ass., 1951, 76, 43-50.

ROBERTS, L.: Aphasia, apraxia and agnosia in abnormal states of cerebral dominance. In: Handbook of clinical neurology (Hrsg. VINKEN, P.J. und G.W. BRUYN), Amsterdam, 1969.

ROBINSON, D.A.: Eye movement control in primates. Science, 1968, 161, 1219-1224.

ROBINSON, J.S. und T.J. VONEIDA: Hemisphere difference in cognitive capacity in the split-brain cat. Exp. Neurol., 1973, 38, 123-134.

RORACHER, H.: Einführung in die Psychologie. Wien, 1965.

ROSENBERGER, P.B.: Visual matching and clinical findings among good and poor readers. Amer. J. Dis. Child., 1970, 119, 103-110.

ROSENZWEIG, M. R.: Representations of the two ears at the auditory cortex. Amer. J. Physiol., 1951, 167, 147-148.

ROVIT, R.L., GLOOR, P. und G. F. ROSSI: Determination of side of cerebral dominance with amobarbital. Arch. Neurol., 1961, 4, 173-181.

RUDEL. R.G., TEUBER, H.L. und T.E, TWITCHELL: Levels of impairment of sensori-motor functions in children with early brain damage. Neuropsychologia, 1974, 12, 95-108.

RUDEL, R.G. und M.B. DENCKLA: Relation of forward and backward digit repetition to neurological impairment in children with learning disabilities. Neuropsychologia, 1974, 12, 109-118.

RUSSELL, I.S. und S. OCHS: Localization of a memory trace in one cortical hemisphere and transfer to the other hemisphere. Brain, 1963, 86, 37-54.

RUTLEDGE, L.T. und T.T. KENNEDY: Extracallosal delayed responses to cortical stimulation in chloralosed cats. J. Neurophysiol., 1960, 23, 188-195.

SAMPSON, H. und P. SPONG: Handedness, eye-dominance and immediate memory. Quart. J.exp. Psychol., 1961, 13, 173-180.

SAMPSON, H.: Recall of digits projectical to temporal and nasal hemi-retinas. Quart.J. exp. Psychol., 1969, 21, 29-42.

SATZ, P.: Laterality effects in dichotic listening. Nature, 1968, 218, 277-278.

SATZ, P.: Pathological left-handedness: an explanatory model. Cortex, 1972, 8, 121-135.

SATZ, P.: Left-handedness and early brain insult: an

explanation. Neuropsychologia, 1973, 11, 115-117.

SATZ, P., ACHENBACH, K., PATTISHALL, E. und Eileen FENNELL: Order of report, ear asymmetry and handedness in dichotic listening. Cortex, 1965, 1, 377-396.

SATZ, P., ACHENBACH, K. und Eilen FENNELL: Correlations between assessed manual laterality and predicted speech laterality in a normal population. Neuropsychologia, 1967, 5, 295-310.

SATZ, P., RICHARD, W. und A. DANIELS: The alteration of intellectual performance after lateralized brain injury. Psychon. Sci., 1967, 7, 369-370.

SATZ, P., FENNELL, Eileen und H.B. JONES: Comments on: a model of the inheritance of handedness and cerebral dominance. Neuropsychologia, 1969, 7, 101-103.

SCHENCK, K.: Theoretische Aspekte der Lateralität und Dominanz. In: Die Bedeutung der Motorik für die Entwicklung normaler und behinderter Kinder (Hrsg. EGGERT, D. und E.J. KIPHARD), Schorndorf, 1972.

SCHENCK, K.: Psychoneurologische Störungen im Kindesalter. Saarl. Ärzteblatt, 1972, 8.

SCHENKENBERG, T. und R.E. DUSTMAN: Visual, auditory, and somatosensory evoked response changes related to age, hemisphere and sex. Proc. 78. Ann.Con.APA, 1970.

SCHENK-DANZINGER, L.: Handbuch der Legasthenie im Kindesalter. Weinheim, 1968.

SCHILLER, M.: Probleme um die Linkshändigkeit mit Untersuchung an Stuttgarter Schulkindern. Z. Neurol. Psychiat., 1932, 190, 496-516.

SCHILLER, F.: Rezension: Hans-Joachim Steingrüber: Hand-Dominanz-Test (H-D-T). Diagnostica XVIII/2, 1972, 88-89.

SCHILLING, F.: Zur Methodik der Lateralitätsbestimmung. In: Die Bedeutung der Motorik für die Entwicklung normaler und behinderter Kinder (Hrsg. EGGERT, D. und E.J. KIPHARD), Schorndorf, 1972.

SCHILLING, F.: Untersuchungen zur Methodik der differenzierten Lateralitätsbestimmung. Ber. 3. Europ. Kongr. f. Sportpsychol., Schorndorf, 1973.

SCHKÖLZIGER, E.: Das Problem der Linkshänder. Schwarzenburg, 1952.

SCHLAGER, W.: Untersuchungen über Linkshändigkeit unter besonderer Berücksichtigung ihrer Beziehungen zu Epilepsie und zu Sprachstörungen. Dissertation Freiburg 1940.

SCHLANGE, Hildeburg: Klinische Untersuchungen bei stammelnden und stotternden Kindern. Mschr. Kinderheilk., 1961, 109, 493-497.

SCHMALOHR, E.: HAWIK-ZUsatzauswertung. Krefeld, 1971.

SCHMIEDER, R.: Rehabilitation von Hirngeschädigten. In: Rehabilitationskongreß Heidelberg, Kongreßbericht Stuttgart, 1968.

SCHMIDTCHEN, S., PELZ, F. und V. DIETZ: Entwicklung und erste Effektivitätskontrolle eines multifaktoriellen Funktionsprogrammes für lese-rechtschreibschwache Heimkinder. Pr. Kinderpsychol. - psychiat., 1973, 22, 257-262.

SCHNEIDER, A.M.: Control of memory by spreading cortical depression: a case for stimulus control. Psychol. Rev., 1967, 74, 201-215.

SCHOLTZ, W.: Testpsychologische Untersuchungen bei hirngeschädigten Kindern. Berlin, 1972.

SCHUBENZ, S. und S. BÖHMIG: Untersuchungen zur Legasthenie II: Legasthenie und Intelligenz. Z. exp. angew. Psychol., 1964, 11, 515-523.

SCHULHOFF, Celia und H. GOODGLASS: Dichotic listening, side of brain injury and cerebral dominance. Neuropsychologia, 1969, 7, 149-160.

SCHULZE, H.A.F.: Zur individuellen, cytoarchitektonischen Gestaltung der linken und rechten Hemisphäre im Bereich des Lobus parietalis inferior. J. Hirnforschung, 1960, 4, 486-534.

SCHULZE, H.A.F.: Quantitative Untersuchungen zur Frage der individuellen Variation und der Hemisphärendifferenzen der cortikalen Anteile des unteren Parietalläppchens. J. Hirnforschung, 1962, 5, 345-376.

SCHULZE, H.A.F.: Klinische und hirnarchitektonische Gesichtspunkte zur Frage der Hemisphärendominanz. Zbl. Neurochir., 1962, 22, 234-245.

SCHULZE , H.A.F.: Die klinische Analyse kombinierter hirnpathologischer Störungen. Beitr. z. Neurochir. 9, Leipzig 1965.

SEASHORE, H.G.: Differences between verbal and performance I.Q's. on the Wechsler intelligence scale for children. J. cons. Psychol., 1951, 15, 62-67.

SECORD, P.F. und C.W. BACKMAN: Social Psychology. New York, 1964.

SEELERT, H.: Beitrag zur Kenntnis der Rückbildung von Apraxie. Mschr. Psychiat. Neurol., 1920, 48, 125-149.

SEGAL, S.S.: Effect of dominance on reading difficulty. In: Forward trends in the treatment of the backward child. Vol. I, 1956.

SEIDEL, Erika: Händigkeit, ihre Diagnose und ihre Beziehung zur Hemisphärendominanz. Dissertation Würzburg, 1971.

SEIDEL, C. und P. BIESALSKI: Psychologische und klinische Erfahrungen mit dem Frostig-Test und der Frostig-Therapie bei sprachbehinderten Kindern. Pr. Kinderpsychol. - psychiat., 1973, 22, 3-15.

SEMMES, J.: A non-tactual factor in astereognosis. Neuropsychologia, 1965, 3, 295-315.

SEMMES, J.: Hemispheric specialization: a possible clue to mechanism. Neuropsychologia, 1968, 6, 11-26.

SEMMES, J., WEINSTEIN, S., GHENT, L. und H. L. TEUBER: Somatosensory changes after penetrating wounds in man. Cambridge, 1960.

SEMMES, J., WEINSTEIN, S., GHENT, L. und H.L. TEUBER: Correlates of impaired orientation in personal and extrapersonal space. Brain, 1963, 86, 747-772.

SERAFETINIDES, E.A., HOARE, R.D. und M.V. DRIVER: A modification of the intracarotid amylobarbitone test: findings about speech and consciousness. Lancet, 1964, 249-250.

SERAFETINIDES, E.A., HOARE, R.D. und M.V. DRIVER: Intracarotid amylobarbitone and cerebral dominance for speech and consciouness. Brain, 1965, 88, 107-131.

SHAI, A., GOODGLASS, H. und M. BARTON: Recognition of tachistoscopically presented verbal and nonverbal material after unilateral cerebral damage. Neuropsychologia, 1972, 10, 185-191.

SHANKWEILER, D.: Effects of temporal-lobe damage on perception of dichotically presented melodies. J. comp. physiol. Psychol., 1966, 62, 115-119.

SHANKWEILER, D. und M. STUDDERT-KENNEDY: Identification of consonants and vowels presented to left and right ears. Quart. J. exp. Psychol., 1967, 19, 59-63.

SHIBASAKI, H.: Movement - associated cortical potentials in unilateral cerebral lesions. J. Neurol., 1975, 209, 189-198.

SIELICKA, M. et al. (Pediat. Polska, 1963, 38, 405-508): zit. n. YOUNG, H.B. und R. KNAPP, 1966.

SIEGRIST,E.: Zur Händigkeit des Menschen. Basel, 1956.

SILVERMAN, A., ADEVAI, G. und W. McGOUGH: some relationship between handedness and perception. J. Psychosom. Res., 1966, 10, 151-158.

SIMARD, D., OLESEN, J., PAULSON, O.B., LASSEN, N.A. und E. SKINHØJ: Regional cerebral blood flow and its regulation in dementia. Brain, 1971, 94, 273-288.

SIMON, J.R.: Ear preference in a simple reaction-time task. J. exp. Psychol., 1967, 75, 49-55.

SIQUELAND, E.R.: Operant conditioning of head turning in four-month infants. Psychon. Sci., 1964, 1, 223-224.

SMALL, I.F., SMALL, J.G., MILSTEIN, V. und J.E. MOORE: Neuro-psychological observations with psychosis and somatic treatment. J. nerv. ment. Dis., 1972, 155, 6-13.

SMITH, A.: Verbal and nonverbal test performance of patients with "acute" lateralized brain lesions (tumors). J. nerv. ment. Dis., 1966, 141, 517-523.

SMITH, A.: Speech and other functions after left (dominant) hemispherectomy. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1966, 29, 467-471.

SMITH, A.: Verbal and non-verbal test performance of patients with "acute" lateralized brain lesion (tumors). J. nerv. ment. Dis., 1966, 141, 517-529.

SMITH, A.: Certain hypothesized hemispheric differences in language and visual functions in human adults. Cortex, 1966, 2, 109-126.

SMITH, A. und C. W. BURKLAND: Nondominant hemispherectomy: Neuropsychological implications for human brain functions. Proc. 75. Ann. Conv. APA, 1967.

SMITH, K.U.: Delayed sensory feedback and behavior. London 1962.

SMITH, Linda C.: A study of laterality characteristics of retarded readers and reading achievers. J. exp. Educ., 1956, 18, 321-329.

SMITH (1927) zit. n. W.W. WITTLING, 1973.

SOVAK, M.: Das Problem der Lateralität in der Erziehung des Kindes. Die Sonderschule, 1962, 199-205, 343-353.

SOVAK, M.: Pädagogische Probleme der Lateralität. Berlin 1968.

SPARKS, R. und N. GESCHWIND: Dichotic listening in man after section of neocortical commissures. Cortex, 1968, 4, 3-16.

SPARKS, R., GOODGLASS, H. und Barbara NICKEL: Ipsilateral verus contralateral extinction in dichotic listening resulting from hemisphere lesions. Cortex, 1970, 6, 249-260.

SPARROW, S. S. und P. SATZ: Dyslexia, laterality and neuropsychological development. In: Specific reading disability (Hrsg. BAKKER, D.J. und P. SATZ), Rotterdam, 1970.

SPELLACY, F.: Lateral preferences in the identification of patterned stimuli. J. acoust. soc. Am., 1970, 47, 574-578.

SPERRY, R.W.: Physiological plasticity and brain circuit theory. In: Biological and biochemical bases of behavior (Hrsg. HARLOW, H.F. und C.N. WOOLSEY), Madison, 1958.

SPERRY, R.W.: Some general aspects of interhemispheric integration. In: Interhemispheric relations and cerebral dominance (Hrsg. V.B. MOUNTCASTLE), Baltimore, 1962.

SPERRY, R.W.: Brain bisection and mechanisms of consciousness. In: Brain and conscious experience (Hrsg. J.C. ECCLES), Berlin, 1966.

SPERRY, R.W.: Hemispheric deconnection and unity of conscious awareness. Amer. Psychologist, 1968, 23, 723-733.

SPERRY, R.W.: Perception in the absence of the neocortical commissures. In: Perception and its disorders (Hrsg. HAMBURG, D.A., PRIBRAM, K.H. und A.J. STUNKARD), Baltimore, 1970.

SPERRY, R.W., STAMM, J.S. und N. MINER: Relearning test for interocular transfer following division of optic chiasm and corpus callosum in cats. J. comp. physiol. Psychol., 1956, 49, 529-533.

SPERRY, R.W. und M. GAZZANIGA: Language following surgial disconnection of the hemispheres. In: Brain mechanisms underlying speech and languae (Hrsg. MILLIKAN, C. und F. DARLEY), New York, 1967.

SPERRY, R.W., M.S. GAZZANIGA und J.E. BOGEN: Interhemispheric relationships: The neocortical commissures; syndromes of hemisphere disconnections. In: Handbook of clinical neurology (Hrsg. VINKEN, P.J. und G.W. BRUYN), New York, 1969.

SPERRY, R.W.: How a developing brain gets itself wired for adaptive function. In: The biopsychology of development (Hrsg. TOBACH, E., ARONSON, L.R. und E. SHAW), New York, 1971.

SPREEN, O.: Über Tachistoskop-Versuche bei Normalen, Hirnverletzten und Neurotikern. Psychol. Beiträge, 1957, 3, 80-93.

SPREEN, O., BENTON, A.L. und R.W. FINCHAM: Auditory agnosia without aphasia. Arch. Neurol., 1965, 13, 84-92.

SPREEN, O., SPELLACY, F.J. und J.R. REID: The effect of interstimulus interval and intensity on ear asymmetry for nonverbal stimuli in dichotic listening. Neuropsychologia, 1970, 8, 245-250.

STAMM, J.S. und R.W. SPERRY: Function of corpus callosum in contralateral transfer of somesthetic discrimination in cats. J. comp. physiol. Psychol., 1957, 50, 138-143.

STEINGRÜBER, H.J.: Hand-Dominanz-Test (H-D-T). Göttingen 1971.

STIER, E.: Untersuchungen über die Linkshändigkeit und die funktionellen Differenzen der Hirnhälften. Jena, 1911.

STOCKERT, T.v. und C. HEESCHEN: Eine linguistische Methode zur Untersuchung von Aphasien. Nervenarzt, 1971, 42, 305-311.

STRAUSS, H.: Über konstruktive Apraxie. Mschr. Psychiat. Neurol., 1924, 50, 65-124.

STRÖMGREN, L. und P. JUUL-JENSEN: EEG in unilateral and bilateral electroconvulsive therapy. Acta psychiat. scand., 1975, 51, 340-360.

STRONG, O.S. und A. ELWYN: Human neuroanatomy. Baltimore, 1943.

STUDDERT-KENNEDY, M. und D. SHANKWEILER: Hemispheric specialization for speech perception. J. Acoust. Soc. Amer., 1970, 48, 579-594.

STUTTE, H.: Zur Psychopathologie hemisphärektomierter Kinder. Jahrbuch Jugendpsychiat., Bern, 1965, IV.

SUBIRANA, A.: The relationship between handedness and language function. Logos, 1961, 4, 67-85.

SUBIRANA, A.: The relathinship between handedness and language function. Int. J. Neurol., 1964, 4, 215-234.

SUBIRANA, A.: Handedness and cerebral dominance. In: Handbook of clinical neurology (Hrsg. VINKEN, P.J. und G.W. BRUYN), New York, 1969.

SUBIRANA, A., COROMINAS, J., OLLER-DAURELLA, L., MASO-SUBIRANA, F. und A. HERNANDEZ: Données EEG apportées par l'influence de la maturation sur la dominance hemisphérique. 17. Congr. Ass. Ped. Langage Franc., 1959.

SUBIRANA, A. und L. OLLER-DAURELLA: Laterality, maturity and electroencephalography. Current Probl. Phoniat. Logop., 1960, 1, 141.

SUCHENWIRTH, R.: Zur Psychopathologie der Seitigkeit. Med. Mschr., 1973, 27, 99-102.

SUCHENWIRTH, R.: Bedingungen der Händigkeit und ihre Bedeutung für die Klinik der Hemisphärenprozesse. Nervenarzt, 1969, 40, 509-517.

SUCHENWIRTH, R.: Aktuelle Untersuchungen zur Frage der Hemisphärendominanz unter besonderer Berücksichtigung der Händigkeit. Materia Medica Nordmark, 1972, 24, 153-165.

SUCHENWIRTH, R. und U. GALLENKAMP: Die Lateralisation der manuellen Leistung (Rechts- und Linkshändigkeit) in Abhängigkeit vom Lebensalter. Fort. Neurol. Psychiat., 1967, 35, 373-381.

SUSSMAN, H.M. und P.F. McNEILAGE: Hemispheric specialization for speech production and perception in stutterers. Neuropsychologia, 1975, 13, 19-26.

SWISHER, Linda: Auditory intensity discrimination in patients with temporal-lobe damage. Cortex, 1967, 3, 179-193.

SWISHER, Linda und Ira J. HIRSH: Brain damage and the ordering of two temporally successive stimuli. Neuropsychologia, 1972, 10, 137-152.

TAKALA, M.: Asymmetries of the visual space. Helsinik, 1951 (zit. n. J.F. ULLMANN, 1974).

TEUBER, H.L.: Effects of brain wounds implicating right and left hemisphere in man: hemisphere differences and hemisphere interaction in vision, audition and somesthesis. In: Interhemispheric relation and cerebral dominance (Hrsg. V.B. MOUNTCASTLE), Baltimore, 1962.

TERRACE, H.S.: The effects of retinal locus and attention in the perception of words. J. exp. Psychol., 1959, 58, 382-385.

TERZIAN, H.: Behavioural and EEG effects in intracarotid sodium amytal injection. Acta Neurochir., 1964, 12, 230-239.

TESZNER, D., TZAVARS, A., GRUNER, J. und H. HECAEN: L'asymmetrie droite-gauche du planum temporale. Rev. Neurol., 1972, 126, 444-449.

THURNAM, J.: On the weight of the brain and the circumstances affecting it. J. ment. Sci., 1866.

TRANKELL, A.: Aspects of genetics in psychology. Amer. J. hum. Genet., 1955, 1, 264-276.

TRAVIS, L.E.: Speech pathology. New York, 1931.

TRAVIS, L.E.:Handbook of speech pathology. New York, 1957.

TREISMANN, Anne M.: Shifting attention between the ears. Quart. J. exp. Psychol., 1971, 23, 157-167.

TREVARTHEN, C.B.: Double visual learning in split-brain monkeys. Science, 1962, 136, 258-259.

TREVARTHEN, C.B.: Cerebral midline relations reflected in split-brain studies of the higher integrative functions. XIX. Int. Congr. Psychol., London, 1969.

TUNTURI, A.R.: A study on the pathway from the medial geniculate body to the acoustic cortex in the dog. Amer. J. Physiol., 1946, 147, 311-319.

TURKEWITZ, G., GORDON, E.W. und H.G. BIRCH: Head turning in the human neonate: effect of prandial condition and lateral preference. J. comp. physiol. Psychol., 1965, 59, 189-192.

TURKEWITZ, G., BIRCH, H.G., Tina MOREAU, Linda LEVY und Anne C. CORNWELL: Effect of intensity of auditory stimulation on directional eye movements in the human neonate. Anim. Behav., 1966, 14, 93-101.

TURKEWITZ, G., Tina MOREAU, Linda DAVIS und H.G. BIRCH: Factors affecting lateral differentiation in the human newborn. J. exp. Child Psychol., 1969, 8, 483-493.

ULLMANN, J.F.: Psychologie der Lateralität. Bern, 1974.

UMILTA, C., RIZZOLATTI, G., MARZI, C.A., ZAMBONI, G., FRANZINI, C., CAMARDA, R. und G. BERLUCCI: Hemispheric differences in the discrimination of line orientation. Neuropsychologia, 1974, 12, 165-174.

UMILTA, C., FROST, N. und R. HYMAN: Interhemispheric effects on choice reaction times to one-, two- and three-letter displays. J. exp. Psychol., 1972, 93, 198-204.

UPDEGRAFF, Ruth: Preferential handedness in young children. J.exp. Educ., 1932/33, 1, 134-139.

VALTIN, Renate: Legasthenie - Theorien und Untersuchungen. Weinheim, 1970.

VALTIN, Renate: Untersuchungen zur Ätiologie der Legasthenie. Z. f. Päd., 1970, 16, 99-122.

VALTIN, Renate: Empirische Untersuchungen zur Legasthenie. Hannover, 1972.

VALTIN, Renate: (Hrsg.) Einführung in die Legasthenieforschung. Weinheim, 1973.

Van WAGENEN, W.P. und R.Y. HERREN: Surgical division of commissural pathways in the corpus callosum. Arch. Neurol. Psychiat., 1940, 44, 740-759.

VEGA, A. und O. A. PARSONS: Relationship between sensorymotor deficits and WAIS verbal and performance scores in unilateral brain damage. Cortex, 1969, 5, 229-241.

VILLA, E.J., BUTLER, S.R. und A. GLASS: Electrical correlate of right hemisphere function. Nature, 1972, 236, 125-126.

WADA, J.: A new method for the determination of the side of cerebral speech dominance: a preliminary report on the intracarotid injection of sodium amytal in man. Med. Biol., 1949, 14, 221.

WADA, J. und T. RASMUSSEN: Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralization of speech dominance. J. Neurosurg., 1960, 17, 266-282.

WADA, J. (1969): zit. n. N. GESCHWIND: The organization of language and the brain. Science, 1970, 170, 940-944.

WAGNER, H.: Massbestimmungen der Oberfläche des großen Gehirns. Göttingen, 1864.

WALTER, W.G.: Slow potential waves in the human brain associated with expectany, attention and decision. Arch. Psychiat. Nervenkr., 1964, 206, 309-322.

WALTER, W.G.: Diskussionsbeitrag. In: Brain mechanisms underlying speech and language. New York, 1967. (Hrsg. F.L. DARLEY).

WARREN, J.M.: The development of paw preference in cat and monkeys. J. gen. Psychol., 1958, 93, 229-236.

WARREN, J.M., ABPLANALP, J.M. und H.B. WARREN: The development of handedness in cats and rhesus monkeys. In: Early behavior: comparative and developmental approaches (Hrsg. STEVENSON, H.W., HESS, E.H. und H.L. RHEINGOLD), New York, 1967.

WARRINGTON, Elizabeth K.: The incidence of verbal disability associated with retardation reading. Neuropsychologia, 1967, 5, 175-179.

WARRINGTON, E., JAMES, M. und M. KINSBOURNE: Drawing disability, in relation to laterality of lesion. Brain, 1966, 89, 53-82.

WARRINGTON, E. und M. JAMES: Tachistoscopic number estimation in patients with unilateral cerebral lesions. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1967, 30, 468-474.

WARRINGTON, E. und M. JAMES: Disorders of visual perception in patients with localized cerebral lesions. Neuropsychologia, 1967, 5, 253-266.

WARRINGTON, E. und R.T.C. PRATT: Language laterality in left-handers assessed by unilateral E.C.T. Neuropsychologia, 1973, 11, 423-428.

WEBSTER, W.G.: Functional asymmetry between the cerebral hemispheres of the cat. Neuropsychologia, 1972, 10, 75-87.

WEGENER, H.: Linkshändigkeit und psychische Struktur. Dissertation Kiel, 1949.

WEIGL, E.: Zur Schriftsprache und ihrem Erwerb - neuropsychologische und psycholinguistische Betrachtungen. Probl. Ergeb. Psychol., 1972, 43, 45-105.

WEIGL, E. und E. METZE: Experimentelle Untersuchungen zum Problem des nicht-sprachgebundenen begrifflichen Denkens. Schweiz. Z. Psychol., 1968, 27, 1.

WEIGL, E. und M. BIERWISCH: Neuropsychologie und Linguistik: Themen gemeinsamer Untersuchungen. Probl. Ergeb. Psychol., 1972, 43, 5-20.

WEIL, A.: Measurements of cerebral and cerebellar surfaces. Amer. J. Phys. Anthrop., 1929, 13, 69-90.

WEINBERG, R.: Die Gehirnform der Polen. Z. Morph. Anthrop., 1905, 8, 123-214, 279-424.

WEINSTEIN, S., SEMMES, J., GHENT, L., und H.L. TEUBER: Spatial orientation in man after cerebral injury: II. Analysis according to concomitant defects. J. Psychol., 1956, 42, 249-263.

WEINSTEIN, S. und H.L. TEUBER: Effects of penetrating brain injury on intelligence test scores. Science, 1957, 125, 1036-1037.

WEINSTEIN, S. und E.A. SERSEN: Tactual sensitivity as a function of handedness and laterality. J. Comp. physiol. Psychol., 1961, 54, 665-669.

WEINSTEIN, A.K. und N.J.A. KELLER: linguistic patterns of misnaming in brain injury. Neuropsychologia, 1963, 1, 79-90.

WEINSTEIN, E.A., LEVERLY, O.G., COLE, M. und M.N. OZER: Meaning in jargon aphasia. Cortex, 1966, 2, 165-187.

WEISENBURG, T. und Mc BRIDE, K.: Aphasia: a clinical and psychological study. New York, 1935.

WEN, J.C.: A study of the occipital region of the Chinese fetal brain. J. Comp. Neurol., 1933, 57, 477-506.

WEPMAN, J.M.: Recovery from aphasia. New York, 1951.

WERTHEIM, N.: Disturbances of musical functions. In: Problems of dynamic neurology. Jerusalem, 1963.

WERNICKE, C.: Der aphasische Symptomencomplex. Breslau, 1874.

WERNICKE, C.: Grundriß der Psychiatrie in klinischen Vorlesungen. Leipzig, 1906.

WEWETZER, K.-H.: Das hirngeschädigte Kind. Stuttgart, 1959.

WHITE, M. J.: Laterality differences in perception: a review. Psychol. Bull., 1969, 72, 387-405.

WILLIAMS, Moyra: Brain damage and the mind. Aylesbury, 1970.

WITELSON, S.F. und W. PALLIE: Left hemisphere specialization for language in the newborn: neuroanatomical evidence of asymmetry. Brain, 1973, 96, 641-646.

WITTLING, W.: Funktionale Hemisphären-Spezialisierung: Theorien, Methoden und Ergebnisse neuropsychologischer Forschung. Dissertation Mannheim, 1973.

WITTLING: W.: Laterale Reaktionszeitmessung: eine neuropsychologische Methode zur Untersuchung funktionaler Hemisphärenspezialisierungen. Ber. 28. Kong. Dtsch. Ges. f. Psychol., Göttingen, 1974.

WITTY, P.A. und D. KOPEL: Sinistral and mixed manual-ocular behavior in reading disability. J. educ. Psychol., 1963, 27, 119-134.

WOOD, C.C., GOFF, W.R. und R.S. DAY: Auditory evoked potentials during speech perception. Science, 1971, 173, 1248-1251.

WYGOTSKI, L.S.: Denken und Sprechen. Berlin, 1954.

WYGOTSKI, L.S.: Psychology and localization of function. Neuropsychologia, 1965, 3, 381-386 (übersetzt von A.R. LURIA aufgrund der Originalarbeit von 1934).

WYKE, M.: Postural arm drift associated with brain lesions in man. Arch. Neurol., 1966, 15, 329-334.

WYKE, M. und G. ETTLINGER: Efficiency of recognition in the left and right visual fields. Arch. Neurol., 1961, 5, 659-665.

WYKE, M.: The effect of brain lesions in the performance of an arm-hand precision task. Neuropsychologia, 1968, 6, 125-134.

YATES, A.J.: The validity of some psychological tests of brain damage. Psychol. Bull., 1954, 51, 359-379.

YENI-KOMSHIAN, G.H., ISENBERG, D. und H. GOLDBERG: Cerebral dominance and reading disability: left visual field deficit in poor readers. Neuropsychologia, 1975, 13, 83-94.

YOUNG, L. R.: Measuring eye movements. Amer. J. Med. Electron., 1963, 2, 300-307.

YOUNG, H.B. und R. KNAPP: Personality characteristics of converted left handers. Percept. mot. Skills, 1966, 23, 35-40.

YUND, E.W. und R. EFRON: Dichotic competition of simultaneous tone bursts of different frequency - II. Suppression and ear dominance function. Neuropsychologia, 1975, 13, 137-150

ZAMORA, E.N. und R. KAELBLING: Memory and electroconvulsive therapy. Amer. J. Psychiat., 1965, 122, 546-554.

ZANGWILL, O.L.: Speech and handedness. Advance of science, 1955, 13, 55-59.

ZANGWILL, O.L.: Cerebral dominance and its relation to psychological function. London, 1960.

ZANGWILL, O.L.: Asymmetry of cerebral hemisphere function. In: Scientific aspects of neurology (Hrsg. H. GARLAND), Edinburgh, 1961.

ZANGWILL, O.L.: Dyslexia in relation to cerebral dominance. In: Reading Disability (Hrsg. J. MONEY), Baltimore, 1962.

ZANGWILL, O.L. und C. BLAKEMORE : Dyslexia: Reversal of eye-movements during reading. Neuropsychologia, 1972, 10, 371-372.

ZAZZO, R.: Les Jumeaux, le Couple et la Personne. Paris, 1960.

ZOLLINGER, R.: Removal of the left cerebral hemisphere. Arch. Neurol. Psychiat., 1935, 34, 1055-1064.

ZUCKRIGL, A.: Linkshändige Kinder in Familie und Schule. Heilpäd. Schriftenreihe, 1967, 51.

ZÜLCH, E.B.: Neurologische Befunde bei Patienten mit Hemisphärektomie wegen frühkindlicher Hirnschädigung. Zbl. Neurochir., 1954, 14, 48-63.

ZURIF, E.B. und M. P. BRYDEN: Familial handedness and left-right differences in auditory and visual perception. Neuropsychologia, 1969, 7, 179-187.

ZURIF, E.B. und G. CARSON: Dyslexia in relation to cerebral dominance and temporal analysis. Neuropsychologia, 1970, 8, 351-361.

ZURIF, E.B. und P.E. SAIT: The role of syntax in dichotic listening. Neuropsychologia, 1970, 8, 239-244.

ZURIF, E.B. und A.M. RAMIER: Some effects of unilateral brain damage on the perception of dichotically presented phoneme sequences and digits. Neuropsychologia, 1972, 10, 103-110.

ZURIF, E.B. und M. MENDELSOHN: Hemispheric specialization for the perception of speech sounds: the influence of intonation and structure. Percept. Psychophys, 1972, 11, 329-332.

Lebenslauf

3. 12. 1943	geboren in Arnstadt/Thüringen
1949	Umzug nach Oldenburg/Oldbg., dort Besuch der Volksschule und des neusprachlichen Gymnasiums
1965	Abitur
1965	Beginn des Studiums der Psychologie an der Philipps-Universität Marburg/Lahn
1965-1967	Wehrdienst
1967	Fortsetzung des Studiums in Marburg/Lahn 1969 Diplom-Vorprüfung Psychologie 1971 Diplom-Hauptprüfung Psychologie
seit 1971	Tätigkeit als klinischer Psychologe an der Abteilung für Kinder und Jugendliche der Universitäts-Nervenklinik Homburg/Saar.